



**Paulo José Coelho
de Oliveira**

Ensino da Física num Curso Superior de Engenharia

**Na Procura de Estratégias Promotoras de uma
Aprendizagem Activa**



**Paulo José Coelho
de Oliveira**

Ensino da Física num Curso Superior de Engenharia

**Na Procura de Estratégias Promotoras de uma
Aprendizagem Activa**

Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Doutor em Didáctica, realizada sob a orientação científica da Doutora Nilza Maria Vilhena Nunes da Costa, Professora Catedrática do Departamento de Didáctica e Tecnologia Educativa da Universidade de Aveiro e sob co-orientação do Doutor Francislé Neri de Souza Investigador Auxiliar do Departamento de Didáctica e Tecnologia Educativa da Universidade de Aveiro.

o júri

presidente

Prof. Doutor Vítor José Babau Torres

professor catedrático do Departamento de Física da Universidade de Aveiro

Prof. Doutora Nilza Maria Vilhena Nunes da Costa

professora catedrática do Departamento de Didáctica e Tecnologia Educativa da Universidade de Aveiro

Prof. Doutor José de Pinho Alves Filho

professor associado II do Departamento de Física da Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Doutor António José dos Santos Neto

professor associado com agregação do Departamento de Pedagogia e Educação da Universidade de Évora

Prof. Doutora Florinda Mendes da Costa

professora associada do Departamento de Física da Universidade de Aveiro

Prof. Doutor Francislê Neri de Souza

investigador auxiliar do Departamento de Didáctica e Tecnologia Educativa da Universidade de Aveiro

agradecimentos

À Professora Doutora Nilza Costa pela orientação dedicada, competente, amizade e apoio.

Ao Professor Doutor Francislê Neri de Souza pela orientação, amizade e ajuda nos primeiros passos com o *Nvivo*.

Aos meus alunos pelo que me ensinaram.

Aos colegas que colaboraram neste trabalho.

Ao Joaquim Macedo pela ajuda na tarefa de formatação e leitura deste documento.

Aos meus sogros e cunhada pelo apoio logístico ao longo de todo este processo.

Aos meus pais por tudo que fizeram e fazem. O que sou a eles o devo.

Ao Bruno, João e Catarina, as minhas forças secretas e principais vítimas deste processo.

À Cristina, pelo apoio e pelas discussões sobre este trabalho. Estas fizeram-me pensar e encontrar o caminho a seguir. Sem ela este trabalho nunca teria chegado ao fim.

palavras-chave

Ensino de Física, Ensino Superior, Formação Inicial em Engenharia; Aprendizagem Activa, Elemento Integrador

resumo

A presente investigação insere-se no domínio científico da Didáctica da Física, mais especificamente no estudo de estratégias de ensino e aprendizagem da Física de um Curso Superior de Engenharia passíveis de aumentar o interesse, a motivação e a aprendizagem activa dos estudantes. O ponto de partida principal da investigação reside no sentir profissional do seu autor enquanto docente desse tipo de estudantes. Certamente porém, que foi crescendo ao longo do percurso investigativo a relevância dos ensinamentos proveniente da literatura da especialidade.

Os contributos do estudo situam-se a dois níveis: ao nível pessoal e profissional do investigador, nomeadamente no que se refere às suas práticas de ensino e ao seu desenvolvimento enquanto profissional e investigador; ao nível do desenvolvimento de conhecimento na área referida, na medida em que se julga que, apesar da especificidade do contexto onde o estudo principal foi realizado - na disciplina de Física I do primeiro ano, primeiro semestre, do Curso de Engenharia Civil do Instituto Superior de Engenharia do Porto/ISEP, no ano lectivo de 2006/2007 leccionada por sete docentes - ele trouxe ensinamentos que, se re-contextualizados, podem influenciar outros estudos e práticas. Para além das contribuições para o ensino e sua fundamentação conceptual, o nosso estudo, como qualquer outro de investigação, abre caminhos para futuros trabalhos.

A pertinência actual mais ampla da presente investigação pode ser encontrada na preocupação e atenção crescente, por parte dos investigadores educacionais, dos governos e mesmo da opinião pública em geral, com a qualidade do processo de ensino e aprendizagem, em particular no Ensino Superior. Esta preocupação está bem patente, quer na literatura da especialidade, quer em várias medidas governamentais, em particular como consequência do Processo de Bolonha. A falta de motivação por parte dos estudantes, nomeadamente de Cursos em que a Física é uma disciplina propedêutica como acontece com os de Engenharia, e o consequente insucesso escolar, em particular nas disciplinas de Física, é um problema que os professores de Física e os investigadores enfrentam actualmente. Através de estudos de investigação na área da Didáctica do Ensino Superior, sabe-se que o ensino ainda é muito centrado no professor, sendo o seu principal papel o de transmissor de conhecimento, e no qual os níveis de interacção professor-estudante é baixo. Podem residir aqui algumas das razões para o problema acima referido.

Neste estudo, analisa-se o impacto da utilização, em sala de aula, de várias estratégias didáticas inovadoras. Fá-lo pelo recurso a um percurso metodológico de investigação-acção, na qual o investigador acumula este papel com o de docente. Utilizam-se fontes e instrumentos diversos de recolha de informação, nomeadamente questionário, entrevistas a estudantes e análise documental de documentos usados nas aulas e produzidos pelos estudantes.

Foram implementadas estratégias nos três tipos de aulas da disciplina (Teóricas, Teórico-práticas e Práticas), estratégias essas identificadas na literatura como promotoras de uma aprendizagem activa dos estudantes. Essas estratégias foram: trabalhos para casa de leitura; perguntas conceptuais; aprendizagem cooperativa; trabalho de grupo; trabalhos para casa e avaliação formativa (com *feedback*). Utilizou-se, ainda, nas aulas Teórico-práticas, um Elemento Integrador, o “Projecto de Elevador da Física”, que permitiu a interligação dos conteúdos abordados na disciplina e a mobilização de raciocínios também nela valorizados, em torno de uma situação física “real” que se pretendeu ser próxima da que os estudantes pudessem vivenciar no seu futuro profissional na área da engenharia. Os resultados obtidos evidenciam que os estudantes encararam a disciplina de forma diferente da que estávamos habituados a experienciar, pois compreenderam a sua utilidade no âmbito do curso que frequentavam e sentiram a sua aplicação em contexto da vida real. Apesar de qualquer mudança para ser efectiva demorar algum tempo a ser compreendida pelos elementos intervenientes, aparentemente conseguiu-se mudar a atitude dos estudantes perante a sua aprendizagem, tornando-se estes elementos activos nesse processo.

Em particular no que respeita ao Elemento Integrador, os resultados mostram que este foi importante para a aprendizagem dos estudantes porque: a) o contexto de “mundo real” em que este se desenvolveu foi considerado relevante para a sua futura profissão; b) permitiu a integração dos vários conteúdos e raciocínios abordados na disciplina e c) foi centrado em tarefas/problema apresentadas aos estudantes ao longo do semestre o que aumentou, e tornou mais contínuo, o seu envolvimento.

Apesar dos resultados positivos referidos encontraram-se diferenças, quer de opinião, quer ao nível dos trabalhos produzidos pelos estudantes. O factor professor parece estar na origem de pelos menos algumas dessas diferenças. Não sendo objecto deste nosso estudo a mediação ocorrida em sala de aula entre o professor e o estudante, considera-se ser esta uma das vias a explorar em estudos futuros. Outra refere-se à compreensão das competências requeridas aos docentes do Ensino Superior para o desenho e implementação de estratégias do tipo referidas, assim como estudar formas de contribuir para o seu desenvolvimento.

keywords

Physics Teaching; Higher Education; Graduation in Engineering; Active Learning; Integrator Element

abstract

This study belongs to the scientific domain of Physics Education and, more specifically, to the study of Physics teaching and learning strategies of a Higher Education Engineering Degree which may enhance students' interest, motivation and active learning. The main starting point of this research comes from the author's professional experience, namely as a teacher of this kind of students. Certainly that the relevance of the specific literature in the field has increased along the study.

The contributions of the study can be seen at two different levels: at the author's personal and professional level, namely in what concerns his teaching practices and his development as professional and researcher; at the level of the development of knowledge in the area, as one believes that, despite the specific context of the field, the work developed in the main study - an Introductory Physics Course (Física I) for 1st year students attending the Degree of Civil Engineering at the "Instituto Superior de Engenharia do Porto/ISEP" in the 2006/2007 academic year taught by seven teachers - the study contributes to knowledge development which, if (re)contextualized, may influence other studies and practices. Therefore, and besides the contributions of the study for teaching and its foundations, our study, as any other, opens lines for further research.

The broader relevance of our research lies on the increasing worry and attention, given by educational researchers, politicians and even opinion makers in general, towards the quality of the teaching and learning process namely in Higher Education. This attention is rather evident both in the literature and in various recent educational policy statements, in particular as a consequence of the Bologna Process. The lack of students' motivation, namely in Degrees in which Physics is an introductory course, as it happens in Engineering graduation, and the subsequent academic failure, is a problem faced, nowadays, by teachers and researchers. Educational Research in Higher Education has shown that (a) teaching is still too much teacher oriented; (b) the main role of the teacher is to deliver knowledge and that (c) the level of interaction between teacher and students is still rather low. These may be some of the reasons for the problem mentioned before.

This research is focused on the study of the impact of the use of several innovative strategies in the classroom. It does so through an action-research approach, in which the researcher is also the teacher. Various sources and instruments are used to collect data, namely questionnaires and interviews to students, documental analysis of materials used in the classrooms and produced by the students.

Strategies, identified in the literature as promoting active learning, were used in the three kind of classes (lectures, practical and laboratory) of the Physics Course: reading and other kinds of homework; conceptual questions; cooperative learning; group work and formative assessment (with feedback). In the practical classes it was also implemented an Integrator Element, the “Physic Elevator” Project. Centred in a “real” situation, which aimed to be close to the students’ future professional activity in the Engineering area, the “Physic Elevator” enabled to interconnect the contents as well as the physical and mathematics reasonings developed in the Course.

The results obtained showed that the students had changed their opinion towards the Course, as they understood its relevance in the context of their Degree and saw its applicability in real life. Despite the time needed for the occurrence of any effective change, one believes that students had developed a different attitude in their learning process as they become more active in it. In what concerns, in particular, the Integrator Element, the results show its importance for the learning process of the students because: a) its real world context has been considered as relevant for their future professional life; b) it enabled the interconnection of contents and reasonings developed in the Course and c) it has been centred in tasks/problems given to students along the Course which enhanced, and made more continuous, its involvement. Despite the positive aspects mentioned before, the results show some differences both in students’ opinions and in the tasks they performed. The “teacher factor” may justify some of those differences. The classroom mediation between the teacher and the students, which has not been object of our study, is one topic we suggest for further research. Another one is the understanding of what competences are required to the Higher Education teacher in order to design and implement in their classes strategies as used in our study, as well as to study ways to contribute to their development.

ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO	1
1.1	Contextualização do estudo, problema e objectivos da investigação.....	1
1.2	Apresentação sumária do estudo empírico realizado	3
1.3	Estrutura da Tese	6
2	ENQUADRAMENTO TEÓRICO.....	7
2.1	O insucesso no Ensino Superior e o Ensino da Física.....	7
2.2	Aprendizagem activa.....	17
2.3	Estratégias para promover a aprendizagem activa	20
2.3.1	Perguntas conceptuais e aprendizagem entre pares.....	20
2.3.2	Just-In-Time Teaching (JiTT)	23
2.3.3	Folhas de dúvidas/perguntas - One-minute paper	25
2.3.4	Trabalho de grupo.....	26
2.3.5	Problemas, problemas versus exercícios	28
2.3.6	Problem Based Learning - PBL	32
2.3.7	Trabalhos Para Casa	37
2.3.8	Feedback – Uma estratégia de avaliação formativa	38
2.4	Integração curricular e Elemento Integrador	40
3	O ESTUDO EMPÍRICO E O SEU PERCURSO METODOLÓGICO.....	47
3.1	Introdução.....	47
3.2	Natureza da metodologia de investigação, abordagem metodológica e desenho do estudo	49
3.3	Estudo exploratório	52
3.4	Processo de recolha e análise de dados do estudo principal (2006/2007).....	65
4	CARACTERIZAÇÃO DA DISCIPLINA DE FÍSICA I	69
4.1	Caracterização dos participantes.....	69
4.2	Descrição geral da disciplina	71
4.2.1	Objectivos da disciplina.....	72
4.2.2	Conteúdos abordados	72

4.2.3	Gestão da disciplina	73
4.2.4	Metodologias e estratégias de ensino e aprendizagem	73
4.2.5	Sistema de avaliação da aprendizagem	76
4.2.5.1	Avaliação contínua	76
4.2.5.2	Exame	79
4.3	Descrição da plataforma Moodle	80
4.4	Descrição das aulas do docente-investigador	85
4.4.1	Aulas Teóricas	85
4.4.2	Aulas Teórico-práticas	88
4.4.3	Aulas Práticas	89
4.5	Projecto do Elevador da Física	90
4.5.1	Descrição do projecto	90
4.5.2	Descrição das tarefas/problema do Projecto do Elevador da Física	94
4.5.2.1	Tarefa/Problema 1: Aula de 26 de Setembro de 2006	94
4.5.2.2	Tarefa/Problema 2: Aula de 3 de Outubro de 2006	95
4.5.2.3	Tarefa/Problema 3: Aula de 10 de Outubro de 2006	95
4.5.2.4	Tarefa/problema 4: Aula de 24 de Outubro de 2006	96
4.5.2.5	Tarefa/Problema 5: Aula de 31 de Outubro de 2006	96
4.5.2.6	Tarefa/Problema 6: Aula de 7 de Novembro de 2006	97
4.5.2.7	Tarefa/Problema 7: Aula de 28 de Novembro de 2006	98
4.5.2.8	Tarefa/Problema 8: Aula de 5 de Dezembro de 2006	99
4.5.2.9	Tarefa/Problema 9: Aula de 12 de Dezembro de 2006	100
5	ANÁLISE DOS RESULTADOS	101
5.1	Análise do questionário aplicado aos estudantes no final do semestre	101
5.1.1	Caracterização da amostra	101
5.1.2	Opinião dos estudantes sobre as estratégias de ensino e aprendizagem da disciplina.	102
5.1.2.1	Opinião dos estudantes sobre as aulas Teóricas	102
5.1.2.2	Opinião dos estudantes sobre as aulas Teórico-práticas	106
5.1.2.3	Opinião dos estudantes sobre as aulas Práticas	114
5.1.2.4	Opinião dos estudantes sobre a plataforma Moodle	117
5.1.3	Aspectos globais da disciplina	119
5.2	Análise das entrevistas	123
5.2.1	Aulas Teóricas	124
5.2.2	Aulas Teórico-práticas	136
5.2.3	Aspectos globais	150
5.3	Análise do Projecto do Elevador da Física	161
5.3.1	Análise dos relatórios dos estudantes do regime diurno pós-laboral	162
5.3.2	Análise dos relatórios dos estudantes do regime diurno	175
5.3.3	Discussão final sobre os relatórios do Projecto do Elevador da Física	182
5.3.4	Exemplo de avaliação formativa - <i>feedback</i> dado aos relatórios finais dos estudantes do regime diurno pós-laboral	184

5.3.5	Análise das reflexões feitas pelos estudantes do regime diurno pós-laboral.....	187
5.4	Breve análise do desempenho final dos estudantes na disciplina.....	193
5.5	Triangulação dos resultados obtidos	195
6	CONCLUSÕES.....	203
6.1	Principais conclusões e contributos específicos do estudo	203
6.2	Limitações do estudo	209
6.3	Sugestões para o ensino da Física no Ensino Superior	210
6.4	Sugestões para a investigação	213
	REFERÊNCIAS.....	217
	ANEXOS.....	225
	Anexo 1: QEAME (Questionário aos Estudantes Acerca do Ensino, Da Avaliação e do Modo de Estudar.....	CD-ROM
	Anexo 2: Questionário aplicado aos estudantes.....	227
	Anexo 3: Guião de entrevista aplicado aos estudantes.....	231
	Anexo 4: Planificação semanal.....	235
	Anexo 5: Objectivos e competências.....	239
	Anexo 6: Programa da disciplina.....	241
	Anexo 7: Exemplo de uma folha de leitura /TPCL (Restantes em CD-ROM).....	243
	Anexo 8: Exemplo de uma ficha de trabalho das aulas Teórico-práticas (Restantes em CD-ROM).....	247
	Anexo 9: Exemplo de uma ficha de trabalho das aulas Práticas (Restantes em CD-ROM).....	249
	Anexo 10: Avaliação.....	253
	Anexo 11 : Exame da época normal 2006/2007 (Restantes em CD-ROM).....	257
	Anexo 12: Exame da época normal 2005/2006.....	261
	Anexo 13: Funcionamento da disciplina 2005/2006.....	265
	Anexo 14: Aulas Teóricas 2006/2007.....	CD-ROM

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1: Efeitos de revisão, por parte dos estudantes, no final da aula na retenção dos conhecimentos (Adaptado de Biggs, 1999, p. 101).....	25
Figura 3.1: “The research wheel” (Adaptado de Rudestam and Newton, 2001, p. 5)	47
Figura 3.2: Desenho do estudo empírico	51
Figura 3.3: Classificações finais dos anos lectivos 2003/2004, 2004/2005 e 2005/2006	62
Figura 3.4: Respostas às perguntas relacionadas com a dimensão: “esforços deliberados no sentido do bom ensino” (estudo exploratório, 2005/2006)	63
Figura 3.5: Respostas às perguntas relacionadas com a dimensão: “interacção” (estudo exploratório, 2005/2006)	64
Figura 3.6: Respostas às perguntas relacionadas com a dimensão: “interacção” (estudo exploratório 2005/2006)	64
Figura 4.1: Pergunta/desafio 1 colocada no Moodle	74
Figura 4.2: Página inicial da disciplina de Física I no Moodle	84
Figura 4.3: Exemplo de uma pergunta conceptual de introdução a um tema	86
Figura 4.4: Exemplo de uma pergunta conceptual de verificação de conceitos.....	86
Figura 5.1: Dimensões consideradas na análise das entrevistas	124
Figura 5.2: Sub-dimensões de análise referentes às Aulas Teóricas.....	125
Figura 5.3: Sub-dimensões e categorias de análise das Folhas de Leitura	126
Figura 5.4: Categorias de análise das Perguntas Conceptuais	130
Figura 5.5: Categorias de análise da sub-dimensão Desafios	132
Figura 5.6: Sub-dimensões de análise das aulas Teórico-práticas	137
Figura 5.7: Categorias de análise da sub-dimensão Projecto do Elevador da Física.....	137
Figura 5.8: Categorias de análise da sub-dimensão Trabalho de Grupo.....	141
Figura 5.9: Sub-dimensões e categorias de análise da sub-dimensão Opinião Geral sobre as aulas Teórico-práticas.....	145
Figura 5.10: Sub-dimensões de análise da dimensão Aspectos Globais da disciplina de Física I ..	152
Figura 5.11: Concepção dos estudantes sobre o que é a qualidade de ensino	158
Figura 5.12: Exemplo do dimensionamento do elevador (Grpl-2).....	163
Figura 5.13: Exemplo de uma resposta à tarefa/problema 1 (Grpl-2)	164
Figura 5.14: Exemplo de uma resposta errada à tarefa/problema 1 (Grpl-7)	164
Figura 5.15: Exemplo de uma resposta correcta da tarefa /problema 2 (Grpl-4)	165
Figura 5.16: Exemplo de uma resposta incorrecta da tarefa/problema 2 (Grpl-7)	165
Figura 5.17: Pergunta conceptual discutida na aula Teórica sobre “Análise Vectorial e 1ª lei de Newton”	166
Figura 5.18: Exemplo de resolução da tarefa/problema 3 (Grpl-5)	167
Figura 5.19: Exemplo da definição da aceleração normal e tangencial (Grpl-1)	168
Figura 5.20: Exemplo do cálculo da aceleração normal e tangencial (Grpl-1).....	168
Figura 5.21: Exemplo de um cálculo incorrecto das acelerações normal e tangencial (Grpl-2)	169
Figura 5.22: Exemplo do correcto preenchimento do quadro associado à tarefa/problema 5 (Grpl-3)	170

Figura 5.23: Exemplo de resposta à tarefa/problema 6 (Grpl-4)	171
Figura 5.24: Exemplo de resposta correcta à tarefa/problema 7 (Grpl-2).....	172
Figura 5.25: Exemplo de uma resposta correcta à tarefa/problema 8 (Grpl-2).....	173
Figura 5.26: Exemplo de resposta correcta ao problema 9 (Grpl-2)	174
Figura 5.27: Exemplo de resposta à tarefa/problema 1 (Grd-10)	175
Figura 5.28: Exemplo de resposta à tarefa/problema 2 (Grd-18)	176
Figura 5.29: Exemplo de resolução da tarefa/problema 3 (Grd-17)	177
Figura 5.30: Exemplo de resposta à tarefa/problema 4 (Grd-14)	178
Figura 5.31: Exemplo de resposta à tarefa/problema 5 (Grd-12)	179
Figura 5.32: Exemplo de resolução da tarefa/problema 6 (Grd-9)	179
Figura 5.33: Exemplo de resolução da tarefa/problema 7 (Grd-1)	180
Figura 5.34: Exemplo de resolução da tarefa/problema 8 (Grd-6)	181
Figura 5.35: Exemplo de resolução da tarefa/problema 9 (Grd-15)	182
Figura 5.36: Exemplo de <i>feedback</i> dado à versão preliminar do relatório (Grpl-3).....	185
Figura 5.37: Exemplo de uma tarefa/problema do relatório final (Grpl-3) após ter recebido <i>feedback</i>	186
Figura 5.38: Dimensões de análise das reflexões sobre o Projecto do Elevador da Física (PEF) ...	188
Figura 5.39: Comparação das classificações finais entre os anos lectivos 2005/2006 e 2006/2007	194

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 2.1: Diferenças entre estudante activo e passivo (Adaptado de Nist & Holschuh, 2000, p. 31)	19
Tabela 2.2: Estrutura de uma aula Teórica com 3 ou mais assuntos abordados (Adaptado de Mazur, 1997c)	21
Tabela 2.3: Estrutura da utilização para perguntas conceptuais (Adaptado de Mazur, 1997c)	22
Tabela 3.1: Características do ensino e da avaliação das aprendizagens na disciplina de Física I (Oliveira, 2006, p. 11)	55
Tabela 3.2: Características do ensino e da avaliação das aprendizagens na disciplina de Física II (Oliveira, 2006, p. 15)	56
Tabela 4.1: Caracterização dos estudantes da disciplina de Física I do ano lectivo 2006/2007	70
Tabela 4.2: Número de anos de serviço dos docentes e número de turmas atribuídas a cada docente	70
Tabela 4.3: Carga horária da disciplina de Física I, do curso de Engenharia Civil, do ISEP (2006/2007)	71
Tabela 4.4: Resumo do sistema de avaliação das aprendizagens dos estudantes na disciplina de Física I	80
Tabela 5.1: Resultado das respostas às perguntas relacionadas com as aulas Teóricas	103
Tabela 5.2: Percentagem de respostas do total de estudantes e dos dois regimes (RD e RPL), correspondentes aos níveis 1 e 2, 3, 4 e 5 da escala de <i>Likert</i> , relativamente às aulas Teóricas ..	104
Tabela 5.3: Categorias de resposta à pergunta aberta sobre as aulas Teóricas	106
Tabela 5.4: Resultado das respostas às perguntas relacionadas com as aulas Teórico-práticas ..	107
Tabela 5.5: Percentagem de respostas do total de estudantes e dos dois regimes (RD e RPL), correspondentes aos níveis 1 e 2, 3, 4 e 5 da escala de <i>Likert</i> , relativamente às aulas Teórico-práticas	108
Tabela 5.6: Categorias de resposta à pergunta aberta das aulas Teórico-práticas	111
Tabela 5.7: Opinião dos estudantes sobre o Projecto do Elevador da Física (PEF)	112
Tabela 5.8: Percentagem de respostas do total de estudantes e dos dois regimes (RD e RPL), correspondentes aos níveis 1 e 2, 3, 4 e 5 da escala de <i>Likert</i> , relativamente ao Projecto do Elevador da Física	114
Tabela 5.9: Resultado das respostas às perguntas relacionadas com as aulas Práticas	115
Tabela 5.10: Percentagem de respostas do total de estudantes e dos dois regimes (RD e RPL), correspondentes aos níveis 1 e 2, 3, 4 e 5 da escala de <i>Likert</i> , relativamente às aulas Práticas...	116
Tabela 5.11: Categorias de resposta à pergunta aberta sobre as aulas Práticas	117
Tabela 5.12: Resultado das respostas às perguntas relacionadas com a utilização do <i>Moodle</i>	118
Tabela 5.13: Percentagem de respostas do total de estudantes e dos dois regimes (RD e RPL), correspondentes aos níveis 1 e 2, 3, 4 e 5 da escala de <i>Likert</i> , relativamente à Plataforma <i>Moodle</i>	119
Tabela 5.14: Categorias de resposta à pergunta aberta sobre o <i>Moodle</i>	119
Tabela 5.15: Resultado das respostas às perguntas relacionadas com aspectos globais da disciplina	120

Tabela 5.16: Percentagem de respostas do total de estudantes e dos dois regimes (RD e RPL), correspondentes aos níveis 1 e 2, 3, 4 e 5 da escala de <i>Likert</i> , relativamente à disciplina de Física I	121
Tabela 5.17: Categorias de resposta à pergunta aberta sobre o assunto em que tiveram mais dificuldades	122
Tabela 5.18: Categorias de resposta à pergunta aberta sobre o facto mais positivo da disciplina	122
Tabela 5.19: Categorias de resposta à pergunta aberta sobre a disciplina	123
Tabela 5.20: Folhas de Leitura versus momento/frequência com que as liam	127
Tabela 5.21: Folhas de leitura versus opinião dos estudantes sobre elas	128
Tabela 5.22: Perguntas conceptuais versus categorias de análise	130
Tabela 5.23: Desafios versus participação	132
Tabela 5.24: Opinião geral sobre as aulas Teóricas	133
Tabela 5.25: Aprendizagem versus estratégias das aulas Teóricas.....	134
Tabela 5.26: Projecto do Elevado da Física (PEF) versus categorias de análise	138
Tabela 5.27: Categorias analisadas na estratégia Trabalho de Grupo	141
Tabela 5.28: Feedback versus PEF e TPC.....	143
Tabela 5.29: Dimensão Opinião Geral referente às aulas Teórico-práticas.....	145
Tabela 5.30: Aprendizagem versus estratégias das aulas Teórico-práticas	148
Tabela 5.31: Importância da Disciplina versus sub-dimensões.....	152
Tabela 5.32: Número de tarefas/problemas entregues (E) e número de tarefas/problema correctos para os dois regimes de estudantes.....	183
Tabela 5.33: Projecto do Elevador da Física (PEF) versus dimensões de análise.....	188
Tabela 5.34: Comparação entre as informações contidas nas pautas dos anos lectivos 2005/2006 e 2006/2007	194

ÍNDICE DE ESQUEMAS

Esquema 2.1: Rede esquemática para integração curricular (Beane, 1997, p. 21)	41
Esquema 2.2: Rede esquemática da abordagem multidisciplinar (Beane, 1997, p. 23).....	41
Esquema 2.3: Características do Elemento Integrador	45
Esquema 4.1: Fluxograma explicativo do uso das perguntas conceptuais	87
Esquema 4.2: Estrutura das aulas Teóricas	88
Esquema 4.3: O Projecto do Elevador da Física como Elemento Integrador.....	91
Esquema 4.4: Principais conceitos envolvidos no Projecto do Elevador da Física	93

1 Introdução

Este capítulo procura contextualizar a investigação realizada, assim como referir o problema e objectivos da mesma (1.1), descrever sumariamente o estudo empírico desenvolvido (1.2) e, finalmente, apresentar a estrutura do documento desta Tese de Doutoramento (1.3).

1.1 Contextualização do estudo, problema e objectivos da investigação

O estudo realizado situa-se no domínio do conhecimento em Didáctica, mais especificamente no da Didáctica da Física no Ensino Superior. Com ele procura-se contribuir, por um lado, para o desenvolvimento de conhecimento didáctico e, por outro, com orientações para o ensino e a aprendizagem da Física no Ensino Superior. Para além destes contributos pretendeu-se, ainda, que este trabalho tivesse impacto na prática profissional do seu autor, docente de Física no Ensino Superior.

O estudo empírico desenvolvido centrou-se na escolha, adaptação, concepção, implementação e avaliação de estratégias didácticas promotoras de uma aprendizagem activa, numa disciplina introdutória de Física de um Curso de Engenharia do Ensino Superior Politécnico. Espera-se que o mesmo venha a ter implicações noutros contextos, nomeadamente de outras disciplinas e Cursos, sempre na busca da melhoria do processo de ensino e aprendizagem e, consequentemente do sucesso académico.

Duas razões principais presidiram à escolha do nosso objecto do estudo. Por um lado, com a experiência profissional do seu autor, professor no Instituto Superior de Engenharia do Porto, que nas suas vivências frequentemente se questionava sobre as razões do elevado índice de insucesso escolar dos estudantes, em particular nas disciplinas introdutórias de Física em Cursos de Engenharia, e por outro, nas razões segundo as quais os estudantes afirmavam não gostar nem de Física nem de Matemática. Quanto à segunda, o estudo foi incentivado por leituras e contactos com investigadores do qual se destaca o conhecimento pessoal com Eric Mazur numa Escola da Nato em

Erice, em Junho de 2005. Foi na procura, e no aliciamento, do que se poderia fazer, e aprender para melhorar a actividade docente, nomeadamente procurando alterar a percepção que muitos estudantes têm sobre a Física. Parafraseando Carlos Fiolhais (1999) no seu Livro *Física Divertida: “a física pode ser interessante, atraente e até divertida”* (p. 7), só é preciso tentar mostrá-lo.

O contexto específico deste estudo empírico centrou-se na disciplina de Física I, do primeiro ano, primeiro semestre do Curso de Engenharia Civil do Instituto Superior Engenharia do Porto/ISEP, no ano lectivo 2006/2007, antes da implementação do Processo de Bolonha. Na docência desta disciplina, desde o ano lectivo 2003/2004 e nos diferentes tipos de aulas (Teóricas, Teórico-práticas e Práticas), frequentemente assistia-se a uma falta de interesse e motivação dos estudantes. Achavam a Física sem qualquer tipo de aplicabilidade em contexto de vida real e não compreendiam qual a razão de terem uma disciplina “destas” no seu Curso. Aliando este facto com a consulta da literatura da especialidade procurou-se responder ao seguinte problema de investigação:

- que estratégias de ensino e de aprendizagem podem potenciar o interesse dos estudantes pelo estudo da Física assim, como motivar e promover aprendizagens?

De forma a encontrar respostas para o problema formulado iniciou-se um percurso investigativo pautado pelo diálogo entre os ensinamentos emergentes da análise de artigos da especialidade e o estudo empírico realizado em contexto de sala de aula.

Dos artigos de especialidade, procuraram-se reflexões e propostas que ajudassem a compreender: a) as razões subjacentes ao insucesso escolar e académico em geral e, em particular, no ensino da Física no Ensino Superior; b) que estratégias se têm evidenciado como promotoras de um ensino e de aprendizagem de qualidade.

No estudo empírico, e através de um *design* metodológico de “investigação-acção”, procurou-se desenvolver, implementar e avaliar estratégias e instrumentos que motivassem os estudantes e os tornassem elementos activos nas suas aprendizagens. De forma a evidenciar a aplicabilidade da Física em contextos próximos daqueles que, eventualmente, os estudantes irão exercer a sua actividade profissional futura, foi criado

um Elemento Integrador – o Elevador da Física - que teve como finalidade a integração dos conteúdos abordados na disciplina e a mobilização de raciocínios físico-matemáticos num único projecto com aplicação ao “mundo real”.

Com os dois procedimentos referidos procurou-se a consecução dos seguintes objectivos:

- escolher e adaptar, de um modo fundamentado na literatura da especialidade, estratégias e elaborar instrumentos didácticos de ensino promotores de aprendizagens de qualidade para o ensino introdutório de Física no Curso de Engenharia Civil do ISEP;
- implementar as referidas estratégias e instrumentos em contexto natural de sala de aula, em colaboração com os docentes envolvidos na leccionação da disciplina;
- avaliar o impacto dessa implementação ao nível das aprendizagens dos estudantes e do seu gosto pela Física;
- contribuir com orientações didácticas para o ensino da Física no Ensino Superior;
- abrir caminhos para investigações futuras na área em estudo.

1.2 Apresentação sumária do estudo empírico realizado

O estudo empírico realizado desenvolveu-se nas três fases seguintes:

1ª fase – Concepção de estratégias e instrumentos para o ensino da Física no contexto didáctico referido.

Nesta fase procedeu-se à escolha e adaptação das estratégias e elaboração de instrumentos a serem usados na disciplina, assim como a sua integração na planificação da mesma.

De referir desde já que a disciplina em causa era da responsabilidade de um docente que também se encontrava a desenvolver um estudo de investigação na área da Didáctica da Física e, concretamente, também no âmbito desta disciplina. Devido a esse facto foi necessário, conforme se especificará nesta secção, negociar as dimensões a privilegiar quer no estudo realizado pelo autor, quer no do docente responsável. Porém, todas as estratégias e instrumentos concebidos, no sentido de promover um ensino e uma aprendizagem de qualidade aos estudantes, foram construídos colaborativamente pelos dois docentes-investigadores.

2ª fase – Implementação das estratégias na disciplina e sua negociação com os docentes envolvidos na sua leccionação

Nesta fase foram implementadas as estratégias e instrumentos elaborados em sala de aula. Na disciplina, que funcionava em regime diurno (RD) e diurno pós-laboral (RPL), estavam envolvidos mais 5 docentes, para além do docente responsável e do autor deste estudo. Nesse sentido procurou-se negociar e discutir as estratégias e instrumentos concebidos com a equipa de docentes, nomeadamente em reuniões quinzenais.

A disciplina teve como suporte a plataforma *Moodle*, que foi utilizada para a disponibilização de materiais e a interacção *on-line* entre os docentes e os estudantes.

O docente, autor deste estudo, era responsável pela leccionação dos três tipos de aulas da disciplina (Teóricas, Teórico-práticas e Práticas) aos estudantes do regime diurno pós-laboral, constituindo-se estas o domínio privilegiado do estudo. Contudo, e devido à negociação, acima referida, que foi necessária fazer com o docente responsável pela disciplina, foi acordado entre ambos que o estudo das estratégias e instrumentos usados nas aulas Práticas seriam objecto de estudo privilegiado do docente responsável. As estratégias e instrumentos usados nas aulas Teóricas seriam objecto de estudo de ambas as investigações, com excepção dos Desafios colocados na plataforma *Moodle* que seriam objecto de estudo do docente responsável pela disciplina. Todos os outros instrumentos e estratégias seriam objecto de ambas as investigações, embora o enfoque do estudo deste trabalho incidisse na sua utilização com os estudantes do regime diurno pós-laboral. Nas

aulas Teórico-práticas o estudo do Elemento Integrador (Projecto do Elevador da Física) seria apenas da responsabilidade do docente autor desta investigação.

Apresenta-se, de seguida, a listagem das estratégias/instrumentos usados em cada tipo de aulas, e aos quais se dará particular relevo no desenvolvimento deste estudo:

- Aulas Teóricas:
 - Trabalhos Para Casa de Leitura (TPCL);
 - Perguntas Conceptuais;
 - Desafios no *Moodle* – Fóruns de discussão.
- Aulas Teórico-práticas:
 - Trabalhos Para Casa (TPC);
 - Elemento Integrador - Projecto do Elevador da Física;
 - Trabalhos de Grupo;
 - *Feedback*.
- Aulas Práticas:
 - Momentos de avaliação oral;
 - Problemas Laboratoriais;
 - Idealização e implementação de uma experiência laboratorial.

3ª fase - Concepção de instrumentos para avaliação das estratégias e instrumentos utilizados em sala de aula, sua implementação, recolha e análise de dados

No sentido de avaliar o impacto das estratégias e instrumentos usados, o autor do estudo concebeu um plano para o mesmo. Nele inclui-se a elaboração de um questionário e de um guião de entrevista a serem aplicados aos estudantes no final da disciplina, assim

como a especificação de documentos que seriam alvo de análise no estudo. Destes destacam-se os elementos de planificação da disciplina, os usados em sala de aula e os documentos produzidos pelos estudantes, dos quais se destacaram os relatórios dos estudantes sobre o Projecto do Elevador da Física.

Para além do referido, foram ainda considerados os critérios a ter em linha de conta na selecção dos participantes e dos instrumentos a serem alvo de análise, assim como as técnicas a usar no tratamento dos dados recolhidos.

1.3 Estrutura da Tese

O presente documento encontra-se organizado em seis capítulos. Nele incluem-se, ainda, um conjunto de referências bibliográficas e de anexos contendo elementos facilitadores da compreensão do estudo empírico realizado.

Para além deste **primeiro capítulo**, no **segundo** apresenta-se a revisão de literatura que sustenta o estudo. Este encontra-se estruturado em quatro secções principais, a saber, o insucesso no Ensino Superior e o ensino da Física, aprendizagem activa, estratégias para promover a aprendizagem activa e integração curricular e elemento integrador. O **terceiro capítulo** é dedicado à descrição da metodologia de investigação adoptada. Para além da justificação do *design* metodológico do estudo empírico realizado, apresenta-se o estudo exploratório realizado no ano lectivo 2005/2006, apresentam-se também os participantes e justificam-se as técnicas e os instrumentos usados para a recolha e análise dos dados. No **quarto capítulo** descreve-se, detalhadamente, o estudo realizado em contexto de sala de aula, privilegiando-se a descrição das aulas ministradas pelo autor do estudo. No **quinto capítulo** descrevem-se e discutem-se os principais resultados obtidos. Esta apresentação é feita, num primeiro momento, em função de cada um dos instrumentos usados para a recolha de dados (questionário e entrevista a estudantes, relatórios do projecto do Elevador da Física, reflexão dos estudantes e classificações finais obtidas na disciplina) e, num segundo momento, é feita a triangulação dos resultados. Por fim, no **sexto capítulo**, sumarizam-se as principais conclusões do estudo, referem-se as suas limitações e tecem-se implicações, quer ao nível do ensino e da aprendizagem, quer da investigação.

2 Enquadramento Teórico

Neste capítulo apresentamos uma síntese da revisão da literatura a que tivemos acesso e que evidenciou ser de elevada importância, quer para o planeamento do estudo empírico, quer para o seu desenvolvimento, análise e interpretação dos resultados. Foi do confronto entre a literatura e o estudo empírico que pensamos ter encontrado algumas respostas para o nosso problema de investigação e se abriram novas pistas para investigações futuras.

Tendo em conta o tema que pretendíamos estudar, o ensino e a aprendizagem da Física introdutória em cursos de engenharia promotores da qualidade das aprendizagens, organizamos este capítulo em quatro secções. Na primeira (2.1) procuramos compreender algumas razões para os elevados índices de insucesso no Ensino Superior e, em particular, nas disciplinas introdutórias dos cursos das áreas das ciências e engenharias. Atendendo à complexidade do fenómeno do insucesso focamos a nossa atenção nas razões que podem advir da abordagem pedagógica que parece ainda caracterizar muitas das práticas de ensino. Atendendo à relevância identificada na literatura da especialidade quanto à necessidade de promover uma aprendizagem activa dos estudantes dedicamos-lhe uma secção (2.2) para clarificar esse conceito e uma outra (2.3) para as estratégias e actividades que a podem promover. Finalmente, na secção (2.4), fazemos referência à integração curricular, em geral, e à existência de elementos integradores em particular, como promotores da motivação e da aprendizagem dos estudantes.

2.1 O insucesso no Ensino Superior e o Ensino da Física

Em Portugal, e no que diz respeito ao Ensino Superior, há presentemente uma taxa de insucesso escolar muito elevada (Correia, 2003; Cravino, 2004; MCTES, 2006; Souza, 2006). Muitos dos estudantes não terminam os seus cursos no tempo previsto e outros abandonam precocemente os seus estudos (Correia, 2003). Existem certamente inúmeras

razões que justificam esse elevado insucesso, nomeadamente: a grande diversidade de estudantes com diferentes níveis de preparação resultantes da massificação do Ensino Superior em particular a partir da década de 70 do século XX; a preparação com que os estudantes vêm do ensino secundário; a falta de articulação entre os dois níveis de ensino e, também, a preparação pedagógica dos professores do Ensino Superior e consequentemente o tipo de ensino que ainda ministram (Amante, 1999; Ferreira, 2009).

Se o que acabou de ser referido diz respeito a diversas áreas de estudo do Ensino Superior, as elevadas taxas de insucesso escolar fazem-se sentir de modo acentuado em cursos das áreas das ciências e das engenharias, e muito em especial nas disciplinas introdutórias como é o caso da de Física (Souza, 2006; Tavares, Santiago, & Lencastre, 1998). Talvez neste elevado insucesso esteja uma das causas que está na origem do número decrescente de estudantes que optam por áreas de estudo, como a de Física (Leitão, Paixão, & Tomás da Silva, 2007).

De facto, tem-se verificado que o número de estudantes que opta por cursos em que a Física é uma das componentes de base é cada vez menor. Esta disciplina encontra-se em todos os cursos de engenharia, deixando antever repercussões preocupantes ao nível do desenvolvimento tecnológico, pois a Física é um dos pilares da tecnologia, quer como ciência fundamental, quer como aplicada (FUP, s/data).

Outras razões podem ajudar a compreender essa “fuga” dos estudantes, como a seguir mencionaremos. Um número muito elevado de estudantes, e não só a nível nacional, pensa que as disciplinas de Física são difíceis, pouco úteis e desmotivantes. Por outro lado, a Física aprendida não é adequadamente compreendida pelos estudantes e as suas explicações, para os acontecimentos do mundo, têm muito mais a ver com as suas vivências do que com os conteúdos e teorias aprendidos nas escolas (Halloun & D. Hestenes, 1985; Hestenes, Wells, & Swackhamer, 1992; Lopes, 2004; McDermott, 1991; Thornton & Sokoloff, 1990). Por outro lado, muitos professores pensam que os estudantes que frequentam os primeiros anos do Ensino Superior têm grandes dificuldades em adaptar-se a este nível de ensino, para já não falar do que consideram ser a preparação com que os estudantes chegam ao Ensino Superior (Correia, 2003). Podem estar aqui algumas das razões porque é que, em média, os estudantes portugueses levam cerca de

sete anos a completar uma licenciatura (de cinco anos) em engenharia (FUP, s/data).

Porém a responsabilidade deste insucesso não poderá ser apenas imputada aos estudantes e ao ensino secundário. Vários são os autores que atribuem responsabilidades desses factos também aos docentes do Ensino Superior. Senão vejamos, mesmo que os estudantes que chegam aos estabelecimentos do Ensino Superior apresentem deficientes conhecimentos e competências, também será lícito que o Ensino Superior os deva preparar e motivar para ultrapassarem essas dificuldades.

Alguns estudos realizados sobre o Ensino Superior em Portugal e, em particular, no ensino da Física evidenciam que muitos professores vêem o ensino principalmente como transmissão de conhecimento, colocando o estudante numa posição passiva face ao seu processo de aprendizagem (Cravino, 2004; Pinheiro, 2008). Alguns professores até poderão estar atentos às inovações pedagógicas mas, muitos deles, mantêm uma atitude conservadora face ao seu ensino. Isto não significa que esses professores negligenciem a qualidade do ensino mas mantêm as suas posturas pedagógicas porque, ou não têm incentivos para desenvolver a sua capacidade pedagógica, ou porque não dispõem de informação sobre a evolução da pedagogia universitária (Pinheiro, 2008).

Parece ser consensual na literatura actual que a finalidade da formação do estudante do Ensino Superior de hoje é o desenvolvimento de uma postura científica e de rigor, de capacidades de raciocínio e de análise, de imaginação criadora (Lei n.º 49/2005; Carli & Bahls, 2006). A consecução dessa finalidade está, segundo os mesmo autores, mais dependente de uma formação científica de base sólida do que da informação especializada ou do treino técnico rapidamente desactualizado (Lei n.º 49/2005; Carli & Bahls, 2006).

Assim, as aprendizagens dos estudantes no Ensino Superior devem centrar-se no desenvolvimento activo da compreensão e da capacidade de aplicação de conhecimentos a situações práticas variadas. Pode-se resumir o que se acabou de referir numa ideia simples: a mudança do estudante como sujeito passivo do processo de ensino e aprendizagem para o estudante como sujeito activo da sua aprendizagem (Oliveira, Oliveira, Neri Souza, & Costa, 2006).

A explicação o insucesso dos estudantes actualmente a frequentar o Ensino Superior

pode ter explicação, em parte, pelo ensino tradicional. Nesse sentido é importante, recorrendo à literatura, conhecer a forma como as aulas são ministradas. Voltando aos estudos realizados em Portugal sobre o ensino e a aprendizagem no Ensino Superior, existe hoje evidência de que este é muito unidireccional, isto é dirigido do professor para o estudante (Cravino, 2004; Pinheiro, 2008).

Apesar de muitos professores considerarem que aulas expositivas bem estruturadas possuem as características necessárias para promover uma aprendizagem de qualidade, e portanto promotoras de sucesso, existem muitos estudos que sugerem que a utilização predominante de aulas desse tipo não permite aos estudantes uma aprendizagem efectiva (Bonwell & Eison, 1991; Oliveira, Costa, Neri de Souza, & Oliveira, 2008). Uma das razões que pode explicar este facto pode ser encontrada em estudos nos quais se analisa a capacidade de atenção dos estudantes numa aula expositiva de 50 minutos. Os resultados desses estudos evidenciam que após 10 ou 20 minutos a atenção dos estudantes diminuía drasticamente (Biggs, 1999; NG, 1997). Este tipo de ensino, conhecido por ensino por transmissão, encontra a sua sustentação em perspectivas behavioristas ou comportamentais da aprendizagem e em perspectivas empiristas sobre a ciência (Cachapuz, Praia, & Jorge, 2002). Por um lado, o professor espera que os estudantes utilizem a sua actividade mental para reunir, acumular e reproduzir informações (Cachapuz, Praia, & Jorge, 2002; Vasconcelos, Praia, & Almeida, 2003). Por outro, a Ciência é vista essencialmente como um conjunto de factos, leis, teorias que se acumulam e desenvolvem pelo recurso a um método único, o método científico, onde o conhecimento científico, verdadeiro e universal, se constrói por um processo objectivo que, partindo da observação neutra de factos, evolui para as teorias.

Na perspectiva de ensino por transmissão, o papel do professor é enfatizado e o do estudante é relegado para segundo plano. Se um estudante responder correctamente a uma determinada pergunta subentende-se que ele compreendeu determinada matéria da área de conhecimento em causa. Segundo esta perspectiva os estudantes são vistos como sujeitos essencialmente passivos, acríticos e meros reprodutores de informação e executores de tarefas. Não há espaço, ou há pouco, para que os estudantes desenvolvam a sua criatividade, não se dá muita importância à sua curiosidade e motivação. O importante

é o saber fazer e a aquisição de respostas correctas. Os estudantes não criam nem inventam, reproduzem o que aprendem. A aula é totalmente centrada no professor que é responsável por controlar o processo de aprendizagem dos estudantes. O professor tem que saber exactamente o pretende ensinar, o tempo que necessita para ensinar determinado assunto e tem que definir os objectivos comportamentais que espera obter. Neste tipo de ensino a avaliação ocorre no final do processo de aprendizagem com o objectivo de medir os comportamentos dos estudantes (Cachapuz et al., 2002; Vasconcelos et al., 2003).

O ensino foca-se, assim, fundamentalmente na transmissão de conhecimentos e de informações em que o estudante é considerado um simples receptor, memorizando mais do que compreende. Isto é visível, por exemplo, quando os estudantes são deparados com perguntas conceptuais “simples” nos exames das disciplinas de Física, isto é, perguntas cuja resposta é apenas qualitativa. Face a este tipo de perguntas a maioria dos estudantes responde erradamente. No entanto, alguns deles são capazes de resolver exercícios quantitativos que envolvem um número considerável de cálculos (Leach & Scott, 1999; Redish, 1994; Wandersee, Mintzes, & Novak, 1994). Os estudos evidenciam que os estudantes geralmente procuram “encontrar a fórmula adequada” para a resolução do exercício, o que mostra, de entre outros aspectos, uma prática de ensino que privilegia o procedimento matemático em si, em detrimento da compreensão conceptual da situação em questão. Os estudantes com as notas mais elevadas nos exercícios quantitativos têm, muitas vezes, piores notas nas questões essencialmente conceptuais (Bernhard, 2000; Mazur, 1997a, 1997c; Peters, 1982; Sousa & Fávero, 2002).

Para ultrapassar as limitações do ensino por transmissão vários investigadores têm procurado desenvolver novos métodos de ensino, sustentados em modelos teóricos construtivistas. Redish (1994) sintetiza os principais contributos da psicologia cognitiva para o ensino da Física, nomeadamente das teorias construtivistas, dividindo-os em quatro grandes contributos aos quais chamou de princípios. No entanto, alerta para que a forma como as pessoas aprendem não é linear nem obedece a algoritmos rígidos. Assim, os princípios não podem ser encarados como leis verdadeiras e universais, nem tão pouco podem ser usados como tal. Apenas devem ser encarados como ideias orientadoras e,

talvez, como uma forma de canalizar a atenção dos professores para os estudantes, para aquilo que eles fazem e para como estes se relacionam com os conteúdos que lhes estão a ser ensinados.

Apresentam-se, de seguida, os quatro princípios apresentados pelo autor acima referido.

Princípio 1: Os estudantes tendem a organizar as suas experiências e observações em modelos ou padrões mentais.

O estudante constrói um padrão ou modelo mental da realidade que o rodeia, a partir das ideias e observações que retém dessa mesma realidade. Estes modelos têm as seguintes propriedades:

- consistem em proposições, imagens, regras processuais e afirmações de como e quando devem ser aplicados;
- podem conter elementos contraditórios ou podem mesmo estar incompletos;
- os estudantes podem não saber como usar os procedimentos neles presentes;
- os elementos constituintes dos modelos não têm fronteiras bem definidas, podendo os elementos semelhantes serem confundidos.

As consequências deste primeiro princípio para o ensino da Física são:

- o objectivo do ensino da Física é fazer com que os estudantes (re)construam modelos mentais tornando-os mais apropriados;
- não é suficiente que os estudantes conheçam as leis e fórmulas físicas; é necessário que as compreendam e as saibam usar nos momentos certos. Para isso é necessário que os estudantes tenham a oportunidade de explicarem estas leis e fórmulas por palavras suas;
- os estudantes não são “tábuas rasas” (Duit & Teagust, 1995; Mestre & Touger,

1989). Cada um deles entra numa sala de aula já tendo experienciado o mundo físico que o rodeia e organizado essa experiência em modelos mentais. Os professores de Física devem ter em linha de conta no seu ensino que os estudantes trazem para as salas de aulas modelos mentais, muitas vezes não científicos, que são comumente chamados de concepções alternativas;

- os modelos mentais têm que ser (re)construídos. Os estudantes aprendem melhor fazendo, em vez de verem fazer;
- a maior parte dos estudantes não têm modelos mentais apropriados para aprender Física. Muitos estudantes parecem seguir um determinado algoritmo ao estudar física. Em primeiro lugar, tentam memorizar as equações e leis que o professor escreve no quadro ou que aparecem nos seus apontamentos. Depois fazem alguns exercícios de forma a reconhecer a que tipo de situação se aplica cada uma das fórmulas. Obtêm aprovação na disciplina escolhendo a fórmula correcta para os exercícios que aparecem no exame. Finalmente, apagam toda esta informação de forma a ter espaço para a informação seguinte.

Princípio 2: Os estudantes aprendem mais facilmente quando o objecto de aprendizagem se ajusta a um modelo mental já existente.

Este princípio afirma que os modelos mentais não são só a forma como interpretamos o mundo mas, também, influenciam a forma como incorporamos novas informações.

Deste princípio resultam as seguintes implicações para o ensino da Física:

- é difícil aprender algo que desconhecemos em absoluto. Assim, é importante o professor tentar diagnosticar o que os estudantes já sabem e ajudá-los a estabelecer as ligações necessárias para o que se vai ensinar;
- aprendemos por analogia. Esta ideia está relacionada com o facto dos estudantes não serem “tábuas rasas”. Os estudantes constroem o conhecimento sobre o que já sabem;

- problemas “base” e exemplos são muito importantes. É importante que os estudantes tenham um conjunto de problemas e exemplos que compreendam bem. Estes serão as bases para a construção de modelos mentais mais complexos.

Princípio 3: É muito difícil produzir mudanças conceptuais significativas.

Os estudantes chegam às aulas com teorias pessoais e concepções sobre fenómenos físicos e que, em muitos casos, não são alteradas num ensino meramente transmissivo (Bernhard, 2000; Halloun & D. Hestenes, 1985; Mazur, 1997b, 1997c). Embora estas concepções alternativas e/ou teorias pessoais dos estudantes sejam muitas vezes inadequadas, incompletas ou mesmo erradas, elas não resultam de erros aleatórios mas são baseadas em modelos mentais que os estudantes desenvolvem nas suas vivências com o mundo natural (Roth, 1990). Um exemplo que se pode apresentar é a convicção evidenciada pelos estudantes de que para existir um movimento com velocidade constante é necessário aplicar uma força constante na direcção e sentido do movimento (Hestenes et al., 1992). A dificuldade em alterar estas concepções é que estas “explicam” o que se observa no dia-a-dia. No entanto, como não estão de acordo com o conhecimento científico não servem de alicerces para novo conhecimento. O que a literatura mostra a este respeito é que os estudantes para conciliarem as suas concepções com as do conhecimento científico optam por uma das seguintes hipóteses (Perrenet, Bouhuijs, & Smits, 2000):

- ignorar ou rejeitar o conhecimento científico, mantendo suas concepções iniciais;
- distorcer o conhecimento científico de forma a ajustarem-no às suas concepções iniciais;
- memorizar os novos conhecimentos sem fazerem qualquer ligação com as suas concepções iniciais.

Assim, as suas concepções iniciais mantêm-se inalteradas, influenciando o desenvolvimento de novos conhecimentos e a capacidade de resolver problemas.

Para integrar as novas concepções nas já existentes é necessário reestruturá-las. Porém os estudantes só o farão se as concepções iniciais se tornarem insatisfatórias face às científicas por serem mais lógicas, plausíveis e superiores do ponto de vista explicativo (Perrenet et al., 2000; Redish, 1994).

Princípio 4: Dado que os estudantes constroem os seus próprios modelos mentais baseados na sua experiência pessoal, isto implica que cada estudante tem o seu próprio modelo mental para cada uma dos fenómenos físicos e terá que aprender diferentes modelos mentais.

Este princípio, segundo Redish, é o princípio da individualidade pois lembra-nos da enorme quantidade de variáveis que influenciam o comportamento humano. Refere este autor que os resultados de muitos estudos em ciências humanas apresentam, por vezes, desvios padrões muito grandes. Estes não advêm de erros experimentais mas estão relacionados com a natureza do que estamos a medir, ou seja, comportamentos de indivíduos.

As implicações para o ensino da Física que resultam deste princípio são:

- Os estudantes têm diferentes estilos de aprendizagem. Apesar de estarem identificados mais de trinta estilos de aprendizagem (Ouellette, 2000), Felder & Silverman (1988) identificam entre os estudantes de engenharia dois estilos de aprendizagem mais frequentes e bem diferenciados:
 - Aprendizizes sensitivos: são metódicos, gostam de factos, dados e de experimentação. Gostam de resolver problemas por métodos tradicionais e não gostam de “surpresas”. São bons a memorizar e atentos a pormenores, sendo muitas vezes lentos;
 - Aprendizizes intuitivos: são imaginativos e têm facilidade em lidar com princípios e teorias. Não gostam de tarefas repetitivas e gostam de surpresas e inovações. Têm facilidade em aprender novos conceitos, são

rápidos na sua aprendizagem mas muitas vezes descuidados.

Segundo Felder & Silverman (1988) a maior parte dos estudantes de engenharia por eles estudados pertence ao primeiro grupo, enquanto que a maioria dos professores apresentam características do segundo. Assim, não será de estranhar que nas aulas dos cursos de engenharia se dê mais ênfase aos conceitos, às teorias, aos modelos matemáticos, recorrendo-se, muitas vezes, a um discurso abstracto, contrariando a preferência, da maior parte dos estudantes, por exemplos e assuntos com relação directa e explícita com o mundo real (Felder, Woods, Rugarcia, & Stice, 2000).

- Não há uma única resposta para a pergunta: Qual é a melhor forma de ensinar um determinado assunto? Este facto resulta de haver vários estilos de aprendizagem e, assim, o mesmo *input* pode ter diferentes reacções em diferentes estudantes. Assim, devem-se usar abordagens diferentes e estar ciente que algumas não irão resultar, pelo menos para alguns estudantes.
- As experiências pessoais dos professores podem ser fracos indicadores para os ajudar a saber o que fazer com os estudantes. Segundo, Redish, os professores de física são um grupo atípico. Normalmente são pessoas que sempre gostaram de Física. Depois tiveram uma formação de pelo menos 10 anos antes de começarem a ensinar Física. Estas duas características tornam os professores de Física pessoas com estilos de aprendizagem bastantes diferentes dos estudantes “típicos”. Deste modo, não será difícil perceber porque é que a maioria dos estudantes não percebe os professores de Física e estes não os percebem a eles.
- A informação sobre os níveis de conhecimento dos estudantes está encerrada neles. Para saber o que os estudantes sabem é necessário perguntar-lhes e ouvi-los.

Este tipo de estudos sugere a necessidade de se introduzirem alterações na forma como se ensina no Ensino Superior, advogando a necessidade de utilização de estratégias de sala de aula promotoras de uma aprendizagem activa.

A relevância dada na literatura à aprendizagem activa como promotora de sucesso, quer como vimos a propósito das aulas expositivas, quer devido aos conhecimentos prévios que os estudantes trazem para a sala de aula, merece um desenvolvimento no referencial teórico. É isso que se procura fazer nas secções seguintes. Na primeira (2.2) procura-se esclarecer esse conceito, na segunda (2.3) procura-se sistematizar a informação proveniente da literatura sobre estratégias promotoras da mesma.

2.2 Aprendizagem activa

Para muitos professores, o termo aprendizagem activa não tem o mesmo significado que a literatura da especialidade lhe confere (Oliveira et al., 2006). Como consequência consideram que para aprender activamente é suficiente incluir uma actividade, ou seja, os estudantes estão activos quando ouvem uma apresentação de um determinado conteúdo ou quando é feita a resolução de um exercício pelo professor (Neri de Souza, 2006; Oliveira, Neri Souza, Costa, & Oliveira, 2007). No entanto, a literatura sugere que estar activo é muito mais do que simplesmente ouvir. Deve envolver sim, fazer leituras, escrever, argumentar, fazer perguntas ou estar envolvido na resolução de problemas (Chickering & Gamson, 1987; Neri de Souza, 2006).

Para Nist & Holschuh (2000) um estudante activo apresenta determinadas características:

- **Lê com a finalidade de compreender e lembrar** - Os estudantes que lêem activamente vão verificando se estão a compreender; para eles ler não é só realizar uma tarefa mas sim concluir uma tarefa.
- **Reflecte sobre a informação e pensa criticamente** - Ser reflexivo é uma parte importante da aprendizagem activa. Ao reflectir sobre o que o que se aprende, significa que se pensa sobre o que se aprendeu. Por outras palavras, a informação está a ser processada de alguma maneira.

- **Escuta activamente e compreende tirando notas de uma forma organizada** - Os estudantes activos ouvem activamente o professor durante o tempo de aula e anotam a informação que lhes parece fundamental.
- **Sabe que para aprender é preciso tempo** - Mas este tempo tem que ser um tempo de qualidade, ou seja, durante o tempo de estudo os estudantes têm que utilizar estratégias adequadas.
- **Sabe pedir ajuda quando está com dificuldades** - É importante que os estudantes reconheçam que têm dificuldades e que, conseqüentemente, solicitem ajuda atempadamente.
- **Aceita que é responsável por grande parte da sua aprendizagem** - Estudantes activos compreendem que a responsabilidade pela sua aprendizagem depende deles, enquanto que os estudantes passivos culpam muitas vezes os outros pela sua falta de motivação, mau desempenho, má gestão de tempo ou outras dificuldades sentidas por eles.
- **Questiona a informação recebida** - Os estudantes activos questionam a informação que lêem e ouvem enquanto os estudantes passivos aceitam tudo, sendo as palavras do professor tidas como “verdades”. Os estudantes activos não questionam por questionar mas porque são reflexivos e possuem pensamento crítico.

Na Tabela 2.1 encontram-se as principais diferenças, identificadas por Nist & Holschuh, (2000) entre um estudante que aprende activamente e um estudante passivo.

Tabela 2.1: Diferenças entre estudante activo e passivo (Adaptado de Nist & Holschuh, 2000, p. 31)

	Estudante Activo	Estudante Passivo
Lê	Lê com a finalidade de compreender e lembrar	Lê mas pode não compreender nem se lembrar
Reflecte e Pensa	Faz ligações entre o que já sabe com a nova informação adquirida (livros, aulas...)	Não pensa muito sobre o assunto, limitando-se a processar a informação recebida
Ouve	Está envolvido durante as aulas tirando apontamentos de forma organizada	Não está atento durante as aulas e tira notas desorganizadas ou incompletas
Gere o tempo	Utiliza o tempo eficazmente	Pode perder muito tempo a estudar mas esse tempo não útil é para a aprendizagem
Solicita ajuda	Apercebe-se quando precisa de ajuda e procura-a atempadamente	Se procura ajuda, fá-lo tarde demais
Aceita a Responsabilidade	Compreende que é responsável pela sua própria aprendizagem; compreende o que está mal e muda os hábitos de estudo para o corrigir	Culpa os outros pelo seu mau desempenho; tem a mesma atitude perante todas as disciplinas e não aprende com os erros
Questiona a informação	Questiona a nova informação sempre que não está de acordo com o que já sabe	Aceita, sem questionar, tudo o que lê e houve nas aulas

Embora existam várias definições na literatura sobre aprendizagem activa, a maior parte delas refere as seguintes características (Bonwell & Eison, 1991; Meltzer & Manivannan, 2002):

- os estudantes estão envolvidos nas tarefas propostas, não se limitando só a ouvir;
- os estudantes estão envolvidos em tarefas de elevado grau cognitivo (análise, síntese, avaliação);
- o ensino centra-se menos na transmissão de informação e mais atenção é dada ao desenvolvimento de competências dos estudantes;
- o ensino tem em consideração os valores e atitudes dos estudantes.

Num ambiente de aprendizagem activa é necessário implementar estratégias para que os estudantes se envolvam efectivamente nas tarefas que lhe são solicitadas e, sobretudo, possam reflectir sobre o que fazem.

A utilização dessas estratégias em ambiente de sala de aula é extremamente importante para proporcionar aprendizagens de qualidade e desenvolver competências nos estudantes. Como uma das preocupações deste estudo residiu sempre na importância de motivar os estudantes para as suas aprendizagens, importa referir que alguns estudos (Oliveira et al., 2008; Oliveira et al., 2006; Pedrosa de Jesus, Neri de Souza, Teixeira-Dias, & Watts, 2005; Redish, 1994; Saul, 1998) mostraram que os estudantes preferem as aulas que promovem aprendizagem activa, quando comparadas com as aulas tradicionais.

As estratégias de aprendizagem activa estão directamente relacionadas com as actividades que os estudantes desenvolvem em sala de aula e que devem incluir pequenos trabalhos escritos, discussão de ideias (*brainstorming*), pesquisa, perguntas conceptuais, debates, questionamento, aprendizagem colaborativa e cooperativa, breves apresentações orais, trabalho de grupo, resolução de problemas (Buffler & Allie, 1993; *Intruction at FSU*, 2002; Lammers & Murphy, 2002; Neri de Souza, 2006; Oliveira et al., 2006). Na secção seguinte serão discutidas de forma mais aprofundada as estratégias escolhidas e desenvolvidas neste trabalho.

2.3 Estratégias para promover a aprendizagem activa

Nesta secção ir-se-á descrever, em linhas gerais, algumas estratégias que, na literatura da especialidade, são indicadas como promotoras de uma aprendizagem activa.

2.3.1 Perguntas conceptuais e aprendizagem entre pares

Uma das estratégias promotoras de aprendizagem activa, a utilizar nomeadamente nas aulas Teóricas, é o recurso às perguntas conceptuais. Mazur (1997a) afirma que os principais objectivos das perguntas conceptuais são promover a interacção entre os estudantes e fazê-los pensar sobre os conceitos mais importantes de um determinado assunto a ser abordado. Em alternativa às aulas Teóricas “tradicionais”, onde os assuntos são apresentados de uma forma exaustiva e detalhada, opta-se por repartir o tempo de aula em breves exposições teóricas, focando os aspectos principais dos assuntos a serem

tratados, seguidas de uma pergunta conceptual, pergunta que versa a dimensão conceptual do assunto acabado de ser abordado, e que tem o formato de pergunta de resposta múltipla. Depois da colocação da pergunta é dado algum tempo aos estudantes para optarem por uma das respostas. Após este tempo, solicita-se aos estudantes que discutam as suas respostas com os colegas do lado. Segundo este autor, este processo: a) conduz os estudantes a realizarem um raciocínio crítico sobre os argumentos apresentados; b) permite aos estudantes (e também ao professor) avaliar o grau de compreensão do conceito em questão.

O passo seguinte é a votação das respostas dadas pelos estudantes. Esta pode ser feita usando dispositivos electrónicos, que automaticamente contam as opções escolhidas pelos estudantes, ou, no caso de não existirem esses dispositivos electrónicos, os estudantes poderão assinalar a sua resposta exibindo cartões com a opção que consideram ser a correcta, e a contagem será feita pelo professor. Se o professor considerar a prestação dos estudantes satisfatória passará para o próximo assunto. Caso contrário, o professor deverá explicar novamente os conceitos envolvidos, mais detalhadamente e usando algumas inconsistências das respostas dos estudantes, e no fim colocar outra questão conceptual. A Tabela 2.2 ilustra o esquema orientador para uma aula com três ou mais conceitos a serem abordados.

Tabela 2.2: Estrutura de uma aula Teórica com 3 ou mais assuntos abordados (Adaptado de Mazur, 1997c)

1. Exposição Teórica sobre o conceito 1 Pergunta conceptual 1: Os estudantes compreenderam a pergunta? a) Se não: voltar ao ponto 1 b) Se sim: continue	7-10 minutos 5 minutos Tempo variável
2. Exposição Teórica sobre conceito 2 Pergunta conceptual 1: Os estudantes compreenderam a pergunta? c) Se não: voltar ao ponto 2 2. Se sim: continue	7-10 minutos 5 minutos Tempo variável
3. Exposição Teórica sobre conceito 3 Etc....	

Segundo Mazur (1997c), com esta estratégia o professor consegue compreender qual o grau de entendimento dos estudantes para cada um dos conceitos abordados, pois é feita pelo menos uma pergunta conceptual para cada um deles. A utilização das perguntas conceptuais deve obedecer à estrutura apresentada na Tabela 2.3.

Tabela 2.3: Estrutura da utilização para perguntas conceptuais (Adaptado de Mazur, 1997c)

1. Colocação de uma pergunta conceptual	1 minuto
2. Tempo para reflexão dado aos estudantes	1 minuto
3. Caos: os estudantes discutem as suas opções com os colegas do lado	1 minuto
4. Votação das respostas	
5. Explicação da pergunta	2 ou + minutos

A duração total de cada ciclo (exposição teórica + pergunta conceptual) é de, aproximadamente, 15 minutos.

Esta estratégia retira cerca de um terço ao tempo total de exposição dos conteúdos de uma aula. Isto significa que os professores têm duas opções: a) discutir com os estudantes, de uma forma mais resumida, os conteúdos a serem leccionados ou b) reduzir os conteúdos abordados em cada aula e consequentemente na disciplina.

A opção tomada por Mazur foi a a), ou seja, não abordar minuciosamente todos os assuntos nas aulas, residindo também o seu argumento no facto de o desenvolvimento dos conteúdos estarem disponíveis em livros ou apontamentos. Nesta perspectiva Mazur eliminou das suas aulas todos os exercícios típicos de aplicação de conhecimentos e as demonstrações de expressões, considerando que os estudantes não retiravam vantagens, para a sua aprendizagem, ao verem o professor manipular expressões ou resolver exercícios. De forma a compensar, também, estas omissões era pedido aos estudantes para lerem alguns textos de apoio antes das respectivas aulas. Esta estratégia foi desenvolvida com recurso à internet por Novak, Gavrin e Patterson e é conhecida por *Just-In-Time Teaching* (JiTT), que na subsecção seguinte será abordada com mais detalhe.

Em síntese, para a aplicação da estratégia descrita e implementada por Mazur, é necessário fornecer aos estudantes, antes da respectiva aula, os textos de apoio (ou a indicação de capítulos de livros de texto) para serem lidos. Também é importante

desenvolver perguntas conceptuais eficazes, no sentido de testar nos estudantes a compreensão dos conceitos centrais em estudo. De referir que o sucesso desta estratégia assenta muito na escolha e desenvolvimento destas perguntas conceptuais. O trabalho na preparação das aulas passa, assim, por desenvolver ou escolher as perguntas conceptuais a usar. No caso de se optar por fazer as nossas próprias perguntas conceptuais estas devem obedecer a alguns critérios, tais como:

- focarem apenas um único conceito;
- não terem uma resposta imediata, pela aplicação directa de equações;
- terem respostas múltiplas adequadas;
- não serem ambíguas;
- não serem nem demasiado fáceis nem demasiado difíceis.

A avaliação da eficácia desta estratégia tem sido estudada desde 1990 (Crouch & Mazur, 2001; Hall, Waitz, Brodeur, Soderholm, & Nasr, 2002; Mazur, 1997a; Meltzer & Manivannan, 2002) e todos os estudos têm demonstrado que os estudantes: a) se tornam mais participativos nas aulas; b) pensam mais sobre os assuntos abordados; c) melhoram a sua compreensão conceptual sobre os assuntos abordados.

2.3.2 Just-In-Time Teaching (JiTT)

De forma a potenciar as vantagens da utilização das perguntas conceptuais pode-se utilizar uma estratégia de ensino que é designada na literatura por *Just-in-Time Teaching* (JiTT)¹. JiTT, desenvolvida por Novak, Gavrin e Patterson (1998), recorre à internet para reforçar a interacção entre estudantes e professores fora do contexto das aulas e tem em vista a preparação das aulas por parte dos estudantes. Para que esta interacção seja feita os professores colocam na internet folhas de leitura que os estudantes devem ler antes

¹ Fonte: <http://jitt.dl.physics.iupui.edu/jitt/>

da respectiva aula. Após esta leitura os estudantes devem responder a perguntas (chamadas de *WarmUp*) e a uma questão chamada “Puzzle”. Esta questão “Puzzle” é um problema que normalmente envolve vários conceitos. Como o próprio nome indica as questões “Puzzle” não podem ser respondidas com aplicação directa de fórmulas e conduzem os estudantes a “verem” para lá delas. As respostas aos dois tipos de questões têm que ser enviadas para o professor também antes da aula. O professor, analisa as respostas dadas pelos estudantes “*just-in-time*” e ajusta a aula de forma a ter em conta as dificuldades encontradas.

Os principais objectivos das perguntas “*WarmUp*” são (Novak, Patterson, Gavrín, & Christian, 1999):

- encorajar os estudantes a preparar as aulas antecipadamente e de uma forma regular;
- ajudar os professores a identificar as dificuldades dos estudantes “mesmo antes” da aula, de forma a ajusta-la a essas dificuldades;
- ajudar os estudantes a desenvolver a necessidade de aprender;
- estabelecer um ambiente interactivo nas aulas.

De forma a incentivar os estudantes a lerem e a responderem às questões é-lhes dado um bónus na classificação final (Novak & Patterson, 1997).

Em síntese, para implementar esta estratégia é necessário respeitar as seguintes fases (Novak, Patterson, Gavrín, & Enger, 1998):

- antes de cada aula são disponibilizados, na internet, textos de apoio à aula, com um conjunto de perguntas (*WarmUps* e *Puzzles*). Os estudantes devem ler os textos e responder às perguntas antes da respectiva aula;
- os professores devem analisar essas respostas, antes da aula. Estas não devem ser avaliadas apenas pela correcção das respostas mas, também, pelo empenho dos estudantes;

- o professor deve preparar a aula, de forma a colmatar as dificuldades encontradas nas respostas dadas pelos estudantes.

2.3.3 Folhas de dúvidas/perguntas - One-minute paper

Outra estratégia que pode ser implementada nas aulas, nomeadamente Teóricas, é a utilização das folhas de dúvidas/perguntas (*One-minute paper*). Com esta estratégia solicita-se aos estudantes, no final da aula, para escreverem numa folha de papel as suas dúvidas sobre a aula e/ou perguntas que gostassem de ver respondidas, mas que na aula não houve oportunidade de o fazer. Este tipo de estratégia permite aos estudantes a reflexão sobre os conteúdos abordados, a reorganização conceptual da informação recebida, a avaliação e hierarquização da importância da informação obtida e o desenvolvimento de competências de questionamento (Hativa, 2000; Teixeira-Dias, Pedrosa de Jesus, Neri de Souza, & Watts, 2005). Segundo Biggs (1999, p. 101), e conforme é ilustrado no gráfico da Figura 2.1, o facto de se pedir aos estudantes para que escrevam algo sobre o que acabaram de ouvir na aula aumenta consideravelmente a retenção dos conhecimentos pois “obriga-os” a rever de uma forma activa os conteúdos abordados.

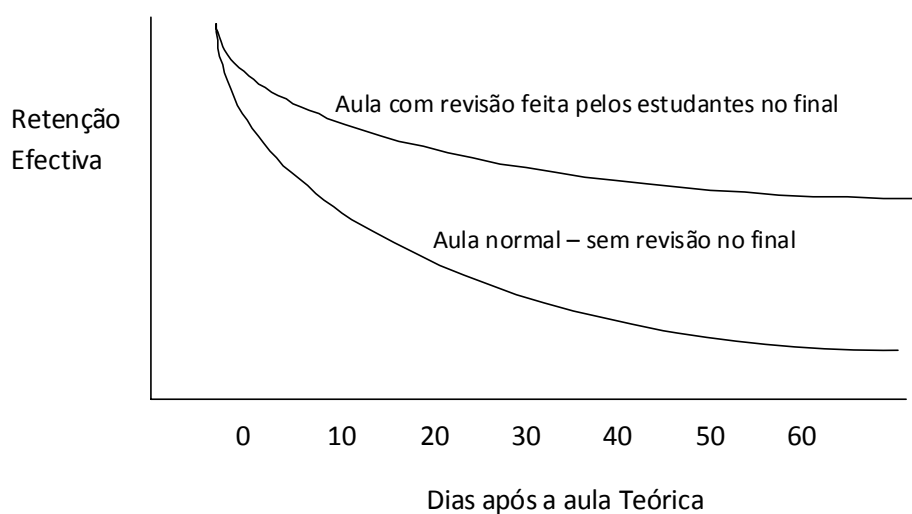


Figura 2.1: Efeitos de revisão, por parte dos estudantes, no final da aula na retenção dos conhecimentos (Adaptado de Biggs, 1999, p. 101)

Por outro lado, o professor ao analisar posteriormente as dúvidas/perguntas dos estudantes pode avaliar para além das dificuldades a profundidade dos conhecimentos evidenciados. Para isso torna-se fundamental analisar as dúvidas/perguntas em função de diferentes níveis cognitivos. Alguns estudos defendem que uma pergunta de qualidade elevada requer do estudante poder de aplicação, análise, síntese e avaliação, e que as perguntas de qualidade inferior são aquelas em que o estudante solicita apenas uma informação ou a compreensão superficial de um assunto (Neri de Souza, 2006).

O tipo de estratégia em análise também promove a interacção professor-estudante porque dá oportunidade aos estudantes de fazerem perguntas que de outra forma poderiam não serem apresentadas ao professor. Existem estudantes que se sentem constrangidos em falar em público e ao escreverem as suas dúvidas não se expõem, conseguindo, de uma forma indirecta, falar com o professor e receber *feedback* às suas questões (Neri de Souza, 2006; Oliveira et al., 2008).

2.3.4 Trabalho de grupo

Uma das estratégias que pode ser implementada em sala de aula com benefício para as aprendizagens dos estudantes é o trabalho de grupo. Segundo Burdett (2003) o trabalho de grupo pode trazer muitos benefícios para uma aprendizagem activa e eficaz, preparando também os estudantes para o seu futuro profissional no que se refere à competência de “trabalhar com os outros”. O trabalho de grupo pode ser eficaz para a aprendizagem pois oferece aos estudantes a oportunidade de (Burdett, 2003; Heller, Keith, & Anderson, 1992; Lopes, 2004):

- partilhar conceitos e procedimentos;
- desenvolver capacidades de argumentação e manipulação de ideias;
- reflectir sobre o que aprenderam.

Vários estudos mostram (Burdett, 2003; Felder & Brent, 2007a; Heller et al., 1992; Johnson & Johnson, 1987) que as respostas, a problemas complexos, obtidas através do trabalho de grupo são melhores, mais estruturadas e fundamentadas que as obtidas através do trabalho individual dos estudantes.

Para que o trabalho de grupo seja eficaz é necessário satisfazer, no entanto, alguns requisitos. Não basta organizar os estudantes em grupos e deixá-los a discutir sobre os problemas.

Na literatura quando se fala em trabalho de grupo normalmente aparece associado a aprendizagem colaborativa. Aprendizagem colaborativa ocorre quando os estudantes trabalham em grupo procurando estudar e compreender determinados assuntos. A aprendizagem cooperativa é um caso particular da aprendizagem colaborativa (Moore et al., 1997). Segundo Johnson & Johnson (1987) a aprendizagem cooperativa é uma estratégia onde os estudantes trabalham em grupo com a finalidade de atingirem um objectivo comum. Para que tal aconteça é fundamental existir:

- **Interdependência positiva.** Os membros do grupo têm que recorrer uns aos outros para alcançar o objectivo. Se algum membro do grupo não conseguir fazer a sua parte, todo o grupo sofre as consequências;
- **Responsabilização individual.** Cada estudante, membro de um grupo, é responsável por: a) desempenhar as suas tarefas individuais; b) conhecer todas as tarefas do trabalho a realizar;
- **Interação entre estudantes.** Embora alguns trabalhos possam ser divididos e realizados individualmente outros necessitam da cooperação de todos os elementos do grupo. Esta cooperação envolve dar *feedback* uns aos outros, partilha de raciocínios e argumentos e, talvez o mais importante, motivar e ensinar uns aos outros;
- **Utilização adequada das capacidades colaborativas.** Os estudantes são encorajados e ajudados a desenvolver capacidades de liderança, tomadas de decisão, comunicação e gestão de conflitos;

- **Progressão do grupo.** Os membros grupo definem objectivos e avaliam o seu desempenho periodicamente, identificando os pontos fortes e o que podem melhorar para aumentarem o seu desempenho no futuro.

Finalmente, em forma de conclusão, os benefícios da aprendizagem cooperativa traduzem-se (Felder & Brent, 2007b):

- na melhoria da interacção professor-estudante e estudante-estudante;
- no aumento da retenção da informação e em melhores classificações;
- na melhoria da aprendizagem através da motivação para aprender;
- na melhoria da capacidade de comunicação;
- na melhoria das relações interpessoais e no aumento da capacidade de trabalhar em equipa;
- em simular ambientes profissionais;
- no aumento da confiança;
- no desenvolvimento do pensamento crítico.

2.3.5 Problemas, problemas versus exercícios

Saul (1998) refere que os estudantes até podem resolver exercícios tradicionais que se encontram nos livros, no entanto isto pode não ser um indicador de que os estudantes compreendam a situação física, ou seja, que consigam fazer a ligação dos conceitos físicos com uma situação real. Talvez a justificação para este facto se encontre na própria definição do que é um exercício. Um exercício, no sentido mais restrito é um enunciado que contém uma questão clara e reporta-se a uma situação física (Lopes, 2004). O contexto em que aparece um exercício é sempre a consolidação de um determinado

assunto, cuja finalidade principal é treinar formalismos matemáticos ou certas formas de raciocínio (Lopes, 2004).

Para Neto (1991):

“é inegável que os exercícios têm a sua utilidade didáctica. Os procedimentos algoritmos que lhes são inerentes constituem pré-requisitos importantes para a resolução de problemas verdadeiros. Contudo, a didáctica das ciências não pode estar confinada à utilização exclusiva de algoritmos sob pena de o desenvolvimento crítico e criativo do aluno ficar decididamente comprometido.” (p. 275)

De forma a desenvolver o espírito crítico dos estudantes é necessário, também, a utilização de problemas, uma vez que a resolução de problemas implica mais do que usar algoritmos de forma correcta (Neto, 1998). Para a resolução de um problema é necessário (Heller et al., 1992):

- **Visualizar o problema** - esquematizar o problema:
 - Fazer um esboço da situação;
 - Identificar as grandezas conhecidas e desconhecidas;
 - Reformular a pergunta;
 - Identificar os princípios e conceitos envolvidos na situação.
- **Esquematizar o problema em termos físicos** - transformar o esboço numa representação física:
 - Estabelecer um sistema de coordenadas e desenhar as grandezas vectoriais nesse sistema;
 - Representar de forma simbólica as grandezas envolvidas;
 - Especificar quais as grandezas a calcular.
- **Planear a resolução** - traduzir o esquema anteriormente feito numa representação matemática do problema.
 - Identificar os conceitos envolvidos e escrevê-los em equações;
 - Verificar se existem aproximações a fazer;
 - Verificar se existe informação suficiente para resolver o problema;
 - Especificar o plano a ser seguido.

- **Executar o plano** - traduzir o plano numa série de sequências matemáticas (algoritmos)
- **Verificar e avaliar a solução** - determinar se a solução encontrada faz sentido.
 - Verificar se a solução responde ao problema;
 - Verificar as unidades;
 - Verificar se a ordem de grandeza da solução encontrada tem significado físico.

Assim, para a resolução dos problemas, para além da aplicação de algoritmos (fase de execução do plano) é necessário ainda que os estudantes compreendam, concebam um plano e avaliem as soluções (Neto, 1998).

Que tipo de problemas são eficazes para promover o conhecimento, o espírito crítico e a sua aplicação numa situação real?

Para responder a esta questão Heller & Hollabaugh (1992) começaram por estudar os mecanismos de resoluções dos exercícios do final de capítulo feitas pelos estudantes e as suas interações. Quando um grupo de estudantes resolve exercícios de final de capítulo, as discussões que ocorrem no seio do grupo são frequentemente do tipo “que fórmula devo utilizar?”, e não do tipo “que conceitos físicos e princípios devem ser aplicados na resolução do problema?”. Nesse estudo estimaram que cerca de dois terços dos estudantes na resolução de exercícios de final de capítulo utilizam a abordagem: “que fórmula devo usar?” Concluindo assim que os exercícios típicos dos livros não promovem discussão de elevado nível cognitivo entre os estudantes.

O passo seguinte de Heller & Hollabaugh (1992) foi comparar os enunciados dos exercícios de final de capítulo com os de problemas do mundo real. Nesse estudo encontraram várias características dos exercícios do final do capítulo que incentivam à abordagem “qual a fórmula a utilizar” apesar do esforço dos professores em ensinarem estratégias mais eficazes para a sua resolução. Os exercícios dos livros utilizam, frequentemente, objectos idealizados ou situações com pouca ou nenhuma ligação ao mundo real. Heller & Hollabaugh (1992) sugerem que esta característica reforça a tendência que o estudante tem em memorizar algoritmos específicos para resolução de

exercícios deste tipo, onde a grandeza física a calcular é especificada no exercício (normalmente na última frase) e as outras grandezas necessárias para a resolução do exercício são já dadas, e muitas vezes nas unidades adequadas. Isto incentiva os estudantes a resolverem exercícios procurando fórmulas e substituindo valores até encontrarem uma resposta numérica, que pode ser confirmada no final do livro.

Por outro lado, os enunciados de problemas do mundo real são motivadores para o estudante que quer saber mais sobre os objectos reais ou situação física em estudo. Antes de realizar qualquer cálculo, o estudante decide que grandezas físicas são relevantes para a resolução do problema e que conceitos e princípios físicos estão envolvidos na mesma. Decide, também, que informação adicional necessita. Por outras palavras, os estudantes quando resolvem um problema do mundo real têm que pensar sobre o problema, tentar compreender o que ele envolve e tomar algumas decisões antes de chegar à resolução matemática do problema.

Como o que se pretende é que os estudantes utilizem na resolução de problemas a abordagem “que conceitos ou princípios físicos estão envolvidos”, Heller & Hollabaugh (1992) e o seu grupo de trabalho criaram a designação *context-rich problems* para designar as situações que promovem processos de resolução de mais alto nível. Estes problemas são curtas histórias que pretendem que os estudantes calculem algumas grandezas específicas sobre algo real ou que envolva mesmo uma situação real. Este tipo de problemas são mais complexos que os exercícios de final de capítulo e possuem as seguintes características:

1. o enunciado não pode especificar a grandeza desconhecida ou que se pretende calcular;
2. são dadas mais informações que as necessárias para a resolução do problema;
3. algumas grandezas podem ter que ser estimadas ou lembradas;
4. para a resolução do problema, os estudantes podem ter que fazer considerações ou aproximações.

Em suma, mesmo que possam existir espaços pedagógicos para a resolução de exercícios no ensino, é fundamental criar outros nos quais se recorra à resolução de problemas. O recurso à resolução de problemas em contextos que envolvam, por exemplo, o trabalho de grupo é mencionado na subsecção seguinte.

2.3.6 Problem Based Learning - PBL

Uma estratégia que poderá ser usada para responder às novas necessidades formativas dos estudantes do Ensino Superior é a aprendizagem baseada na resolução de problemas (Problem Based Learning – PBL).

Solucionar problemas reais é uma tarefa que se espera que um engenheiro realize no seu percurso profissional. Assim, parece fazer todo o sentido que o processo de ensino dos futuros engenheiros passe pelo desenvolvimento de competências que permitam esse propósito (Ribeiro & Mizukami, 2004).

O PBL não é uma estratégia nova, pois envolve muitos conceitos já defendidos por outros investigadores, no entanto, é inovadora no sentido em que consegue operacionalizá-los de uma forma coesa. O PBL é uma abordagem centrada no estudante, que envolve uma aprendizagem activa, que permite ao estudante desenvolver diferentes competências e que envolve trabalho de grupo.

Ao colocar um problema real a um estudante de engenharia para que ele, no seu grupo de trabalho, o resolva, cria uma necessidade de aprender e, ao mesmo tempo, serve de motivação para aprender (Amaral, 2005).

Apresentam-se, de seguida algumas características do PBL (Dochy, Segers, Bossche, & Gijbels, 2003):

- **O PBL é uma estratégia de ensino centrado no aluno.**
 - No PBL os estudantes tornam-se, progressivamente, mais determinados e responsáveis pela sua própria aprendizagem, ficando cada vez mais independentes do professor nesse processo. A responsabilidade do professor no ensino por PBL é fornecer o

material didáctico e orientações que facilitem a aprendizagem por parte do estudante.

- **O PBL é baseado em problemas do mundo real.**

- No PBL a aprendizagem baseia-se em problemas complexos encontrados no mundo real como estímulo para a aprendizagem, de forma a integrar e a organizar as informações aprendidas em moldes que garantam a sua aplicação em problemas futuros. Os problemas no PBL também são concebidos para desafiar os estudantes a desenvolverem eficazmente as competências de resolução de problemas e o seu pensamento crítico.

- **O processo de aprendizagem PBL e o papel do estudante.**

- No processo de aprendizagem por PBL os estudantes deparam-se com um problema e tentam resolvê-lo com as informações fornecidas e com os conhecimentos que possuem, porém verificam que isso não é suficiente. Assim, necessitam de identificar o que precisam de aprender para compreender o problema e para o resolver. Depois de trabalharem o problema, tanto quanto possível, e identificarem o que necessitam de aprender, os estudantes já estão envolvidos activamente no estudo de forma a encontrarem as informações necessárias para a resolução do problema. Recorrem para tal a uma variedade de meios de informação (livros, informações *on-line*, professor, etc). Desta forma, a aprendizagem é personalizada para as necessidades e estilo de aprendizagem do estudante. Após a recolha de informação, os estudantes podem voltar à resolução do problema e mobilizar o que aprenderam, podendo, assim, trabalhá-lo de forma mais aprofundada, afim de o compreender e resolvê-lo. Depois de concluírem os seus trabalhos os estudantes devem-se auto-avaliar e avaliar os outros, desenvolvendo assim também competências de auto-avaliação e

de avaliação dos pares. A auto-avaliação é uma competência essencial para que a aprendizagem independente seja efectiva.

- **O professor é um mediador e facilitador da aprendizagem.**
 - O principal papel do professor no PBL é o de um facilitador de aprendizagem ou de um tutor que orienta os estudantes no seu processo de aprendizagem. À medida que os estudantes se tornam mais “capazes” no seu processo de aprendizagem o papel do professor torna-se menos activo.
- **A aprendizagem é feita em grupo.**
 - Os grupos devem ser constituídos por 5 a 7 estudantes. Tal como numa equipa de trabalho, os estudantes trabalham em conjunto para resolverem os problemas aprendendo e desenvolvendo competências, em particular de aprendizagem cooperativa.

Existem várias formas de organizar e estruturar uma estratégia de PBL. Segundo, por exemplo, a Universidade de Maastricht² a forma de organizar um trabalho baseado nesta estratégia deverá fazer com que:

- o trabalho de grupo seja orientado por um professor/tutor;
- os problemas sejam reais, mas não demasiadamente ambiciosos;
- os problemas colocados abordem todos os conteúdos leccionados na disciplina;
- haja poucas aulas Teóricas, de exposição de conteúdos nomeadamente, antes dos estudantes compreenderem que conhecimentos necessitam para a resolução do problema;
- a finalidade dos problemas seja criar conhecimento e capacidades de resolução;

² Consulta em <http://www.unimaas.nl/pbl/default.htm> feita a 02/02/2008

- apesar de não haver, necessariamente, divisão de tarefas pelos elementos do grupo, deve-se aproveitar as capacidades individuais de cada um dos estudantes de forma a melhorar a qualidade das discussões no seio do grupo;
- a avaliação e a progressão da aprendizagem seja feita, também, individualmente.

Para a resolução de um problema com recurso a PBL será necessário seguir as sete etapas seguintes (Amaral, 2005):

- os estudantes leiam o problema e de seguida identifiquem e clarifiquem quaisquer palavras, equações ou conceitos físicos que não compreenderam;
- os estudantes trabalhem juntos para definir o que é pedido no problema;
- os estudantes discutam o problema;
- os estudantes tentem ordenar as suas ideias e explicações numa tentativa de encontrar soluções possíveis;
- o grupo chegue a um consenso sobre os objectivos de aprendizagem a atingir, se necessário com a ajuda do professor;
- os estudantes, individualmente, pesquisem informação que vise concretizar os objectivos de aprendizagem delineados e preparem-se para partilhar as suas novas aprendizagens com os restantes elementos do grupo de trabalho;
- o grupo reúna e partilhe as várias aprendizagens individuais, estando a cargo do professor averiguar se os objectivos da aprendizagem foram atingidos.

No que diz respeito ao papel do professor/tutor, numa abordagem PBL, este pode adoptar quatro modelos de instrução (Raine & Symons, 2005):

- **modelo do facilitador fixo:** neste caso os estudantes são divididos por grupos de 8 a 10 elementos. É escolhido um professor/tutor para orientar cada grupo

de estudantes ao longo das discussões e da resolução do problema. É da responsabilidade dos estudantes de cada grupo organizarem o seu tempo de modo a poderem reunir-se regularmente, fora das sessões tutoriais. Neste modelo de instrução pode-se abdicar das aulas Teóricas uma vez que a aprendizagem é feita pelos estudantes em colaboração com o professor/tutor.

- **modelo do facilitador móvel:** na aula o professor circula por todos os grupos formados, dialogando com os elementos de cada grupo de forma a analisar a sua compreensão dos assuntos em discussão. Neste modelo é aconselhável a constituição de grupos de trabalho com apenas 4 ou 5 estudantes. Em geral, uma parte do tempo lectivo é destinada à apresentação de relatórios de actividades realizadas pelos vários grupos, seguida de discussão com toda a turma. Por vezes, é apropriada a exposição de tópicos pelo professor.
- **modelo do tutor/colega:** neste modelo são estudantes de anos mais avançados que tutoriam os grupos de trabalho e asseguram que as discussões que ocorrem nos vários grupos têm conteúdos e informações válidas que permitam a resolução do problema. De modo a facilitar a tarefa do tutor é conveniente a elaboração de um guião com questões que o tutor possa usar na sua intervenção junto do grupo de trabalho, factor que contribui para uma uniformização da intervenção dos vários tutores pelos respectivos grupos. Uma das vantagens deste modelo é que estes jovens tutores já têm a experiência de trabalhar com o PBL e, assim, podem partilhá-la com os estudantes mais novos.
- **modelo para classes numerosas:** a utilizar quer no caso em que apenas existe uma sala ou anfiteatro para o trabalho, quer quando o número de professores/tutores é insuficiente para esta abordagem. Nestes casos o papel do professor/tutor passa por:
 - assegurar que os problemas propostos são discutidos pelos estudantes;
 - hierarquizar os objectivos da aprendizagem;

- solicitar aos estudantes que elaborem relatórios sobre as suas discussões;
- encorajar os estudantes a partilhar recursos;
- inquirir os estudantes de modo a avaliar o grau de compreensão dos assuntos estudados.

Em conclusão pode-se dizer que a estratégia PBL permite que os estudantes ganhem motivação para aprenderem, desenvolvam capacidades de resolução de problemas, de auto-confiança, e aumentem a retenção dos conhecimentos adquiridos (Greening, 1998). No entanto, muitos estudos mostram que apesar destes benefícios, a quantidade e a qualidade dos conhecimentos adquiridos são menores do que quando se utilizam outras estratégias. Assim, recomenda-se que o PBL seja utilizado com outro tipo de estratégias em sala de aula (Perrenet et al., 2000; Dochy et al., 2003), por exemplo, com breves exposições teóricas seguidas de perguntas conceptuais.

2.3.7 Trabalhos Para Casa

Outra estratégia que também poderá ser usada para promover aprendizagem activa dos estudantes é a solicitação da resolução de Trabalhos Para Casa – TPC. Vários estudos realizados sobre os efeitos dos trabalhos para casa em várias disciplinas revelaram que a marcação e a realização dos mesmos têm efeitos positivos no rendimento escolar. Os estudantes, de um modo geral, estudam um terço do que deviam estudar e os trabalhos para casa podem ser uma forma de orientar e potenciar esse estudo (Young, 2002). De referir, ainda, que os efeitos dos TPC no processo de aprendizagem dos estudantes quase triplicam quando os professores dedicam tempo a avaliá-los, corrigindo-os e fazendo comentários específicos sobre o que pode ser melhorado (Walberg & Paik, 2000b). A importância deste tipo de avaliação é alvo de análise na subsecção seguinte.

2.3.8 *Feedback* – Uma estratégia de avaliação formativa

Vários estudos demonstram que o *feedback* pode ser uma estratégia de avaliação promotora de aprendizagem activa (Bell & Cowie, 2000; Biggs & Tang, 2007; Higgins, Hartley, & Skelton, 2002; Nicol & Macfarlane-Dick, 2006; Yorke, 2003).

Para Biggs & Tang (2007) há que distinguir dois tipos de avaliação, a sumativa e a formativa, que têm objectivos e efeitos diferentes nos estudantes. A avaliação sumativa geralmente é feita após a aprendizagem e informa os estudantes se a sua aprendizagem correspondeu ou não ao que era esperado. Por sua vez, a avaliação formativa é feita durante o processo de aprendizagem e informa os estudantes (e também os professores) de como esta está a evoluir e quais as acções a tomar para que ela melhore.

Apesar da distinção feita anteriormente, Yorke (2003) chama a atenção que, por vezes a avaliação tem o carácter sumativo e formativo. É sumativo porque a classificação obtida influencia a classificação final da disciplina; é formativo porque se espera que estudante evolua com o *feedback* que lhe for dado.

A importância do *feedback* nos processos de avaliação, nomeadamente de carácter formativo, merece na literatura actual grande destaque. Contudo para que este *feedback* seja eficaz é necessário que os estudantes tenham consciência do que já aprenderam, e do que ainda falta aprender, e saibam, por isso, o que é esperado deles. O *feedback* deve dar, ainda, a informação necessária para que os estudantes minimizem esta diferença (Biggs & Tang, 2007; Loacker, Cronwell, & O'Brien, 1985; Nicol & Macfarlane-Dick, 2006).

Segundo Yorke (2003) o *feedback* pode ser informal e formal. O informal é normalmente dado de forma oral, em conversa com o estudante ou grupo de estudantes, mas também pode ser dado por *e-mail* ou na participação em fóruns, quando o professor dá uma resposta na discussão para estimular a participação ou direccionar a discussão. O *feedback* formal é dado nas avaliações previstas na planificação das disciplinas onde o desempenho dos estudantes pode ser “medido”.

O mesmo autor refere a importância do *feedback* dado a documentos provisórios (tais como, relatórios ou portfólios). Segundo ele, os estudantes que recebem *feedback* em documentos provisórios têm a oportunidade de os melhorar de acordo com as sugestões

dadas obtendo no final documentos de melhor qualidade. No entanto, chama a atenção que esta melhor qualidade dos trabalhos resulta, muitas vezes, do trabalho extra do professor do que propriamente do esforço dos estudantes.

Para que o *feedback* seja uma estratégia importante na condução do processo de aprendizagem dos estudantes ela deve (Nicol & Macfarlane-Dick, 2006):

- ajudar a clarificar o que é um bom desempenho (deve definir: objectivos; critérios de avaliação; o que é esperado dos estudantes);
- desenvolver a capacidade de auto-avaliação no estudante (pois assim promove a reflexão);
- dar informações detalhadas aos estudantes sobre a sua aprendizagem;
- incentivar o diálogo entre o professor e o estudante e entre estudantes sobre a aprendizagem;
- aumentar a motivação e a auto-estima dos estudantes;
- dar a oportunidade aos estudantes de diminuïrem o intervalo entre o actual desempenho e o desejável;
- dar informação ao professor de forma a melhorar a sua prática lectiva.

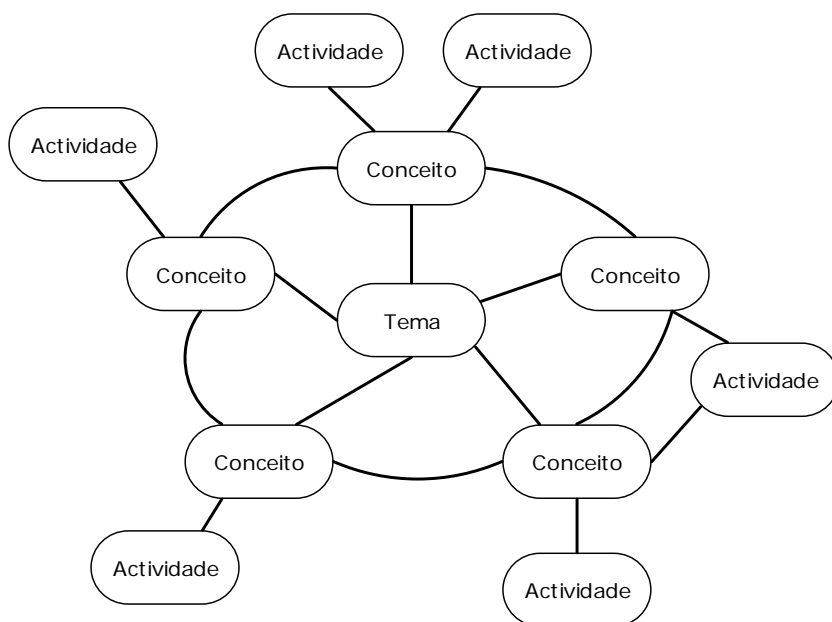
Para além destas características, Higgins et al. (2002) referem, ainda, que o *feedback* deve ser dado o mais depressa possível aquando da realização de qualquer tarefa por parte dos estudantes, pois permite que os estudantes corrijam e alterem a sua postura atempadamente.

Em conclusão, pode-se afirmar que o *feedback*, ou a avaliação formativa, é de importância elevada para a aprendizagem e motivação dos estudantes. Para que tenha resultados positivos implica, contudo, uma interacção colaborativa intensa e atempada entre professor e estudantes.

2.4 Integração curricular e Elemento Integrador

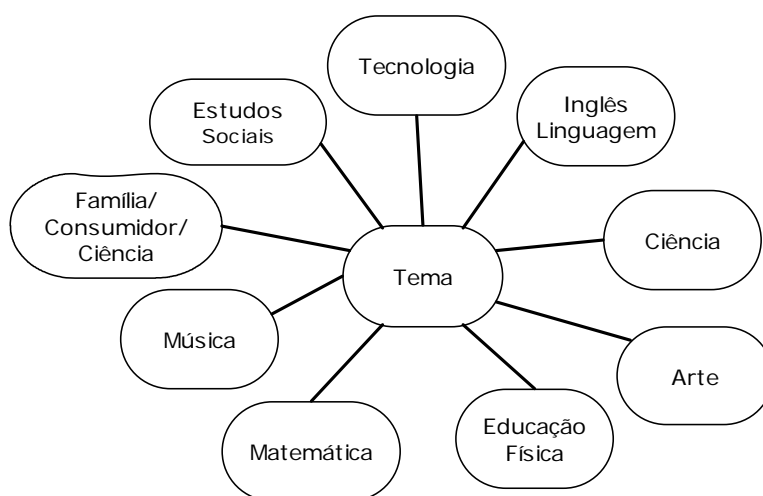
Com o intuito de encontrar na literatura da especialidade sugestões que orientassem a nossa prática no sentido de ajudar a “dar sentido” ao ensino da Física, de forma a potenciar as aprendizagens dos estudantes e a motivá-los para seu estudo deparámo-nos com algumas propostas designadas de integração pedagógica, integração curricular e projecto integrador. Embora muitas delas ultrapassassem o âmbito da nossa prática na medida em que esta se situava apenas na leccionação de uma disciplina de Física, foram essas propostas que nos ajudaram a fundamentar uma estratégia que usamos, e que julgamos inovadora, a de Elemento Integrador. Assim, esta secção inicia-se com a apresentação de uma síntese relativa a aspectos mais gerais do âmbito da integração curricular e dela partimos para a fundamentação do Elemento Integrador.

A noção de integração curricular está directamente associada à resolução de problemas que partem de temas gerais muitas vezes com uma dimensão ampla ligada à sociedade e/ou ao mundo em que vivemos. Quando existe um problema desta natureza procuram-se conhecimentos e ferramentas para o resolver. Esta procura ultrapassa frequentemente a dimensão fragmentada de diferentes áreas do saber pois a resolução do problema assim o exige (Beane, 1997). Segundo este autor, quando se aborda um determinado tema (ou problema) deve-se fazê-lo pensando quais os conceitos e actividades que podem ser utilizadas para o explorar. Estes conceitos e actividades não se limitam a uma área de estudo uma vez que o objectivo primordial é explorar o próprio tema. Assim, segundo o mesmo autor, a verdadeira integração curricular ocorre quando se integra todos os saberes num dado tema e não o tema nas diferentes áreas do saber. O Esquema 2.1 mostra como os conceitos e actividades se relacionam em torno de um tema.



Esquema 2.1: Rede esquemática para integração curricular (Beane, 1997, p. 21)

Muitas vezes o que se faz nas escolas é uma abordagem multidisciplinar, isto é, a partir de um dado tema escolhem-se as áreas do saber que vão ser usadas, e pergunta-se “De que forma é que cada disciplina pode contribuir para o desenvolvimento do tema”. Deste modo mantém-se a identidade de cada disciplina, bem como os seus conteúdos e ferramentas conceptuais e metodológicas. Porém os estudantes, ao mudarem de uma disciplina para a outra consoante os conteúdos e ferramentas abordados, não fazem a ligação entre estes (ver Esquema 2.2).



Esquema 2.2: Rede esquemática da abordagem multidisciplinar (Beane, 1997, p. 23)

Assim, esta abordagem multidisciplinar pode não promover uma visão holística dos conhecimentos, sendo muitas vezes difícil ao estudante transpor esses conhecimentos de uma área do saber para outra.

Esta compartimentação do conhecimento e a dificuldade em transpô-los de uma disciplina para a outra, que as abordagens multidisciplinares frequentemente não resolvem, é referido por Parker et al., (1995), quando falam dos estudantes de cursos de engenharia. Segundo estes autores, muitos professores de cursos de engenharia afirmam que os seus estudantes compartimentam os saberes das ciências básicas (Matemática, Física, Química...) dizendo, por um lado, que o conhecimento destas áreas que lhe é ensinado não é um conhecimento de engenharia e, por outro lado, quando precisam de usar esses conhecimentos noutras disciplinas não conseguem fazer a transposição, dizendo muitas vezes que nunca ouviram falar deles. Neste sentido, surge também no domínio da formação inicial em engenharia a noção de integração curricular. Esta pode evidenciar-se como importante pois centra-se no problema ou tema a tratar procurando quais os conceitos necessários para o abordar sem o fazer por áreas do saber compartimentadas, dando-lhe a unidade tão ambicionada.

Por outro lado, Dirx (2006) refere a integração curricular como sendo a forma de ajudar os estudantes a darem sentido às suas experiências e aos seus mundos. Segundo este autor a integração curricular pode permitir aos estudantes:

- utilizar conhecimentos e mobilizar competências, aplicando-os a problemas práticos e do dia-a-dia;
- relacionar e interligar através de problemas ou temas as diferentes áreas do conhecimento;
- trabalhar em problemas ou situações relacionados com o seu futuro profissional.

Na mesma linha de pensamento, Peyser, Gerard, & Roegiers (2006) sistematizam os seguintes objectivos principais do que designam por integração pedagógica:

- **Dar sentido à aprendizagem**, fazendo com que ela ocorra num contexto de “vida real” e que faça sentido para os estudantes;
- **Diferenciar os conhecimentos adquiridos pela sua relevância**, ou porque são importantes para o dia-a-dia dos estudantes ou porque serão importantes para aprendizagens futuras;
- **Aplicar os conhecimentos a situações práticas**, o que implica que o objectivo não é “encher” a cabeça dos estudantes com conhecimentos mas sim ensiná-los a aplicar os conhecimentos adquiridos a objectivos claros que, podem passar, por exemplo, por torná-los cidadãos mais responsáveis ou trabalhadores mais competentes ou, ainda, desenvolver a sua autonomia. Atendendo a este objectivo os estudantes deverão ser avaliados também nesses cenários;
- **Fazer ligações entre os conceitos aprendidos** e desta forma responder a um dos maiores desafios da nossa sociedade que é fornecer aos estudantes as capacidades de mobilizar conhecimentos e serem capaz de aplicá-los na resolução de situações do seu dia-a-dia.

Como já referido, para além de integração pedagógica e curricular também se encontra, na literatura, a ideia de projecto integrador. Segundo Martins et al., (2007), *“projecto integrador é um instrumento pedagógico que possibilita dar significado ao processo de aprendizagem, aproximar esse processo à realidade do mundo do trabalho e permite a iniciação científica dos estudantes.”* Para a implementação deste projecto integrador os estudantes são organizados em grupos e orientados pelos professores ao longo do semestre tendo que, no final, defender o mesmo (Martins et al., 2007). Estes

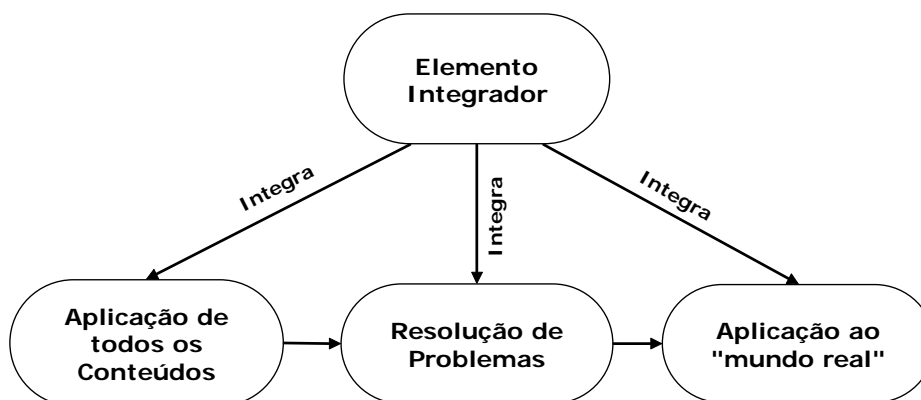
autores apontam como principais resultados, da utilização de um projecto integrador, os seguintes:

- maior empenho por parte dos estudantes;
- maior empenho por parte dos professores;
- trabalho colaborativo;
- capacidade de autogestão;
- resolução de problemas;
- flexibilidade cognitiva perante diferentes tarefas;
- auto aprendizagem;
- satisfação dos estudantes.

A reflexão sobre os autores referidos, concomitantemente com a situação profissional singular do autor deste estudo, levou-nos a conceptualizar o que pensamos ser uma abordagem à integração curricular/integração pedagógica/projecto integrador e que se designa por Elemento Integrador. Ao contrário das abordagens que vimos anteriormente o Elemento Integrador insere-se numa lógica disciplinar. Atendendo que a lógica disciplinar permanece globalmente dominante no mundo do ensino (Maingain & Dufour, 2002) parece-nos que este tipo de estratégia poderá ser uma alternativa útil às anteriores.

Denomina-se por Elemento Integrador toda a estratégia didáctica que seja capaz de integrar os conteúdos e mobilizar raciocínios desenvolvidos numa disciplina. Fá-lo através de um projecto que inclui a resolução de tarefas propostas aos estudantes. Na procura de potenciar a sua relevância para os estudantes, o projecto apresenta uma vertente de aplicação ao mundo real e, fá-lo através da escolha de um contexto, ou situação, próxima do mundo profissional futuro dos estudantes (Oliveira et al., 2007). As tarefas propostas desenrolam-se ao longo da disciplina, são dependentes umas das outras e, no final, devem ser integradas conjuntamente e apresentadas sob a forma de um relatório final. O

desenvolvimento de um Elemento Integrador inclui várias estratégias de aprendizagem activa, referidas na secção 2.3, nomeadamente: trabalho grupo; aprendizagem colaborativa; resolução de problemas e exercícios; avaliação formativa (*feedback*). O Esquema 2.3 ilustra as características principais do desenvolvimento de um Elemento Integrador.



Esquema 2.3: Características do Elemento Integrador

Com um Elemento Integrador pretende-se que os estudantes para além de adquirirem conhecimentos, desenvolvam também capacidades de os aplicar, de forma a enfrentar situações que poderão encontrar no seu futuro profissional.

Procurando interligar o conceito de Elemento Integrador com as abordagens referidas na primeira parte desta secção, sumariamos de seguida as características principais de um Elemento Integrador:

- permite aos estudantes aprender com a mobilização dos conhecimentos “adquiridos”;
- permite aos estudantes utilizar conhecimentos e competências aplicando-os a problemas práticos e do dia-a-dia com relevância para o seu futuro profissional;
- permite aos estudantes relacionar e interligar, através de problemas ou temas, diferentes conceitos abordados na disciplina.

Para além destas características o Elemento Integrador (no nosso caso o “Elevador da Física”) apresenta potencialidades para:

- motivar os estudantes;
- promover a participação e envolvimento dos estudantes nas diferentes actividades propostas;
- permitir maior interacção professor-estudante e estudante-estudante;
- dar sentido à disciplina (no nosso caso de Física) no curso em que esta se integra (no nosso caso um curso de engenharia);
- melhorar a aprendizagem.

3 O Estudo Empírico e o seu Percurso Metodológico

3.1 Introdução

Quando iniciámos o nosso projecto de doutoramento, no ano lectivo de 2004/2005, ao frequentar o ano curricular do doutoramento de base curricular em Didáctica da Universidade de Aveiro, fizemo-lo com a convicção de que ele seria importante para a nossa vida profissional, enquanto docente de disciplinas introdutórias de Física em cursos superiores de engenharia, no Instituto Superior de Engenharia do Porto, Instituto Politécnico do Porto (ISEP/IPP). Desse percurso inicial, destacamos aqui, pela relevância que tem para a escrita deste capítulo, a nossa frequência da disciplina de Metodologias de Investigação em Educação. Recordamos, agora, a 1ª aula, e em particular o esquema que nos foi apresentado num slide assim como as discussões que se geraram em torno dele. Reproduzimos esse esquema, na Figura 3.1 que recentemente recuperamos na obra de Rudestam & Newton (2001).

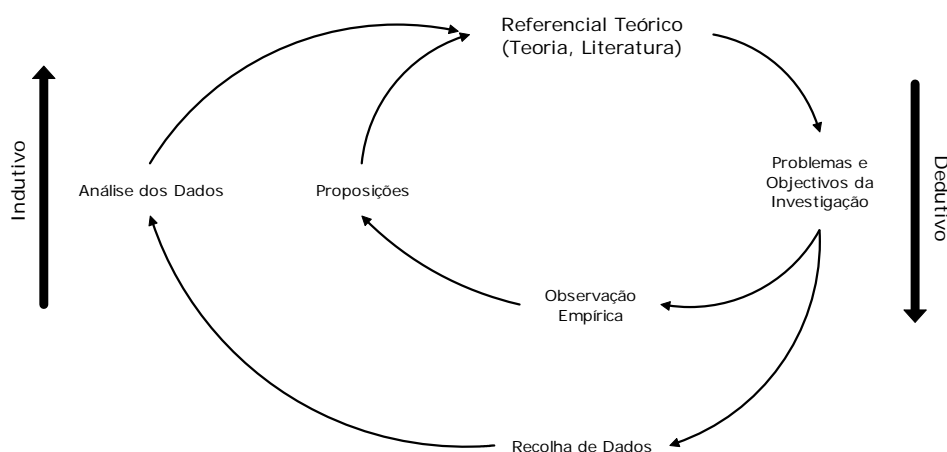


Figura 3.1: “The research wheel” (Adaptado de Rudestam and Newton, 2001, p. 5)

Admitimos desde já que, o significado que lhe atribuímos na altura, assim como as discussões sobre o mesmo, é bem diferente do de hoje. A “research wheel” não nos disse

muito então, porém hoje não temos qualquer dúvida que ela nos acompanhou no nosso percurso. A linearidade que esperávamos de um percurso investigativo não existiu, e julgamos não poder existir, em qualquer estudo que seja. Muitas vezes ao longo destes cinco anos nos debatemos com um “andar em voltas”, raciocinando indutivamente e dedutivamente, formulando e reformulando o nosso problema e os seus objectivos. Também a revisão de literatura, que nos foi aconselhada efectuar antes de iniciarmos o percurso empírico, foi ocupando lugares diferenciados como o de orientador mas, também, como fundamentador do que íamos fazendo. E aqui recordamos novamente, hoje com um significado intenso, a veracidade da frase dos mesmos autores acima referidos que nos foi apresentado num 2º slide dessa 1ª aula: *“A research process is not linear but a recursive cycle of steps that are repeated over time”* (Rudestam & Newton, 2001, p. 5).

Independentemente do referido, se chegamos hoje à finalização do documento que pretende retratar a investigação que realizamos foi porque julgamos ter encontrado a volta da “roda”, que passaremos a descrever de seguida. Essa descrição encontra-se estruturada em 4 subsecções principais. Para além desta introdução, segue-se uma segunda em que se inclui a explicitação, e justificação, das nossas opções quanto à natureza da metodologia a adoptar (metodologia qualitativa), à abordagem metodológica seguida (investigação-acção) e ao desenho do estudo. Na terceira subsecção, descrevemos um estudo exploratório que realizamos no ano lectivo de 2005/2006 no contexto da leccionação das disciplinas de Física I e II do Curso de Engenharia Civil do ISEP/IPP. Fazemo-lo, aqui, e com algum detalhe, não só do ponto de vista metodológico mas, também do ponto de vista dos ensinamentos que ele nos trouxe, quer para as estratégias didácticas a alterar para o estudo principal, quer a nível mais geral da própria postura do investigador. A justificação para esta subsecção neste capítulo prende-se basicamente com a característica da abordagem metodológica do nosso estudo relativa à importância da existência de ciclos de intervenção conforme se especifica na secção 3.2. De seguida, na subsecção 3.4, referimos as técnicas, instrumentos e participantes privilegiados que usamos, no estudo principal que realizamos no 1º semestre do ano lectivo de 2006/2007, para recolher os dados que nos permitiram também dar ao nosso

trabalho uma vertente de investigação. Por fim, e na mesma busca de cientificidade, descrevemos as principais técnicas e instrumentos usados na análise dos dados recolhidos no estudo principal.

3.2 Natureza da metodologia de investigação, abordagem metodológica e desenho do estudo

Estando convictos, desde que iniciamos o nosso estudo, de que pretendíamos intervir ao nível das nossas práticas lectivas na procura de ultrapassar alguns dos constrangimentos que vínhamos sentido (por exemplo, falta de interesse e motivação dos estudantes para o estudo da Física, insucesso elevado nas disciplinas introdutórias de Física), procuramos, num primeiro momento, definir a natureza da metodologia de investigação que pretendíamos desenvolver.

Atendendo à complexidade do nosso objecto de estudo, o processo de ensino e aprendizagem dos estudantes a frequentar disciplinas introdutórias de Física em Cursos Superiores de Engenharia, e, mais ainda, na busca da compreensão que alvejávamos de obter, assim como, de formas que pudessem ultrapassar alguns dos principais constrangimentos sentidos, optamos por uma aproximação ao nosso problema com recurso a uma metodologia de natureza qualitativa. Não procurávamos fazer generalizações mas, no nosso contexto específico, obter alguma compreensão sobre “que estratégias de ensino e de aprendizagem podem potenciar o interesse e motivação dos estudantes pelo estudo da Física, assim como, promover aprendizagem?”. Mesmo sem pretender fazer essas generalizações já acreditávamos na altura, e agora corroboramos, que o estudo realizado poderia, por um lado, servir de “inspiração” para outros docentes do Ensino Superior e, por outro, que as evidências recolhidas, e sua fundamentação, poderiam contribuir para o desenvolvimento de conhecimento em Didáctica da Física no Ensino Superior. O facto de não só termos chegado ao fim do nosso estudo com algumas respostas para os objectivos que definimos, mas também com possíveis temas de aprofundamento do nosso objecto de estudo, que gostaríamos de vir a aprofundar, é um sinal de que nos situamos no domínio investigativo.

Depois de seleccionada a natureza da metodologia a privilegiar, a decisão colocava-se quanto à abordagem metodológica do estudo e ao seu desenho. Mais uma vez procuramos, nas abordagens próprias dos estudos de natureza qualitativa, aquela que nos parecia mais adequada para o que pretendíamos fazer. A investigação-acção foi aquela por que optamos. E fizemo-lo, fundamentalmente, porque de acordo com diferentes autores (por exemplo, Afonso, 2005; Bell, 1993; Fraenkel & Wallen, 2008) esta abordagem metodológica é a que mais se adequa quando:

- se trata de *research by practioners*;
- se pretende intervir directamente numa situação específica da prática que se deseja compreender e alterar;
- se centra na procura da resolução de um problema que emerge das práticas.

Apesar dos estudos de investigação-acção estarem muito ligados a problemas práticos isso não significa que eles não tenham características de um estudo de investigação. Mas para isso, e segundo Bell (1993), eles têm que contemplar: a) um planeamento sistemático do estudo; assim como, b) a selecção de técnicas e instrumentos de recolha e análise de dados adequados à informação que se pretende obter. O valor de um estudo de investigação-acção é reconhecido pela compreensão do problema em estudo e pelas mudanças que se conseguem operar.

Uma outra característica que os estudos de investigação-acção devem evidenciar é a existência de ciclos de intervenção que vão desde: a) a planificação da intervenção a realizar tendo em vista a definição do problema identificado; b) a implementação do plano de intervenção acompanhado da recolha de dados que vão permitir avaliar os efeitos dessa intervenção; c) a revisão do plano em função dos resultados. Face a esta revisão um novo ciclo pode ser iniciado.

Refira-se, por fim, que embora existam dois tipos principais de estudos de investigação-acção (Fraenkel & Wallen, 2008), dependendo dos actores envolvidos (fundamentalmente apenas o docente-investigador, ou este acompanhado de outros docentes e mesmo investigadores), a literatura advoga cada vez mais a importância da

investigação-acção partilhada (o segundo caso atrás referido) pela riqueza que essa partilha pode trazer ao processo investigativo.

As características e preocupações acima referidas foram tidas em linha de conta no estudo que realizamos, como esperamos demonstrar ao longo quer deste capítulo quer dos restantes.

Referidas as opções tomadas quanto à natureza metodológica do estudo e à abordagem a utilizar, descrevemos de seguida o desenho do estudo, isto é, a forma como o mesmo foi concretizado. A Figura 3.2 sintetiza o processo seguido.

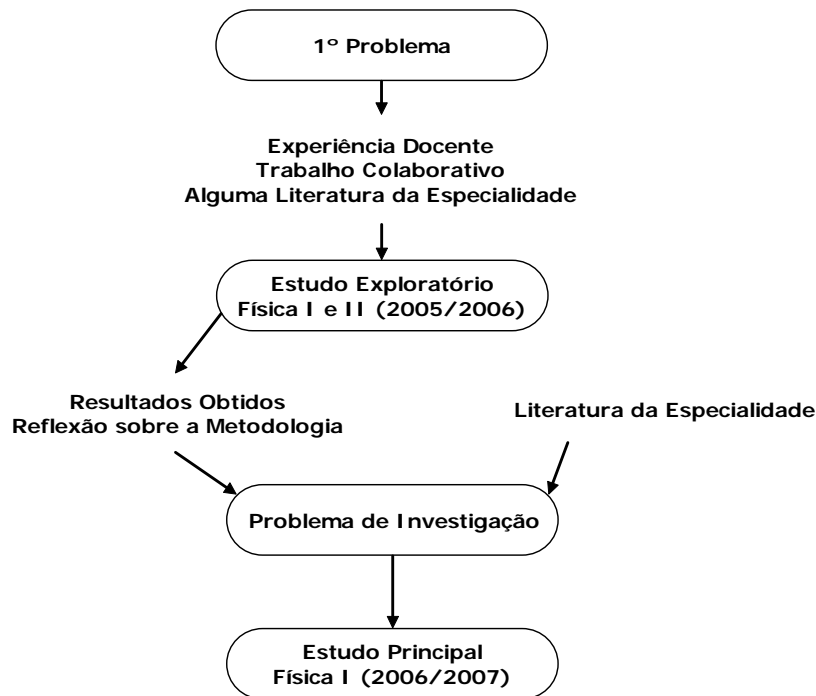


Figura 3.2: Desenho do estudo empírico

Conforme é ilustrado na Figura 3.2 o desenho da investigação iniciou-se pela identificação de um 1º problema levantado pela prática docente. Com base na experiência de docência do investigador, no trabalho colaborativo com outro docente, também a realizar uma investigação na Didáctica da Física e no mesmo contexto, e de leituras que efectuamos, planeou-se um primeiro estudo exploratório, que decorreu durante o ano lectivo de 2005/2006, nas disciplinas introdutórias de Física I e II frequentada por estudantes do Curso de Engenharia Civil do ISEP/IPP. Desse estudo, onde

foram testadas algumas estratégias inovadoras, assim como instrumentos de recolha de dados que permitissem estudar os efeitos das estratégias implementadas, emergiu uma definição mais clara do nosso problema e objectivos de investigação. Emergiu ainda, uma nova proposta de intervenção baseada, quer nos resultados do estudo exploratório, quer no aprofundamento de leituras realizadas em revistas da especialidade. Um plano mais detalhado e sistemático para a recolha de informação destinada a avaliar os efeitos dessa proposta, foram também delineados e concebidos os respectivos instrumentos. Por fim, procedeu-se ao estudo principal, que decorreu na disciplina de Física I, do 1º semestre, do ano lectivo de 2006/2007. De referir, que novamente a implementação desse plano contou com a colaboração do docente-investigador referido, e ainda com mais 5 professores que estavam envolvidos na leccionação da disciplina. Embora a nossa preocupação fosse com o processo formativo experienciado pelos estudantes na disciplina, nomeadamente como consequência da intervenção planeada, por razões que se prenderam, por um lado, com a negociação com o docente responsável pela disciplina (ver secção 1.1), também a realizar uma investigação no contexto da disciplina, e, por outro, com o facto de não termos tido acesso directo às aulas leccionadas pelos restantes docentes, optamos por focar a descrição da implementação do plano de intervenção nas aulas Teóricas e Teórico-práticas com os nossos estudantes, estudantes esses inscritos na disciplina no regime diurno pós-laboral (RPL). A informação recolhida diz respeito à totalidade dos estudantes, sendo os resultados analisados em função dos obtidos com os nossos estudantes e com os dos outros professores.

3.3 Estudo exploratório

Antes de se iniciar a descrição do estudo exploratório, realizado durante os dois semestres do ano lectivo de 2005/2006, bem como os seus ensinamentos para o estudo futuro, e em particular para o estudo empírico principal, relembremos primeiro o facto que o despoletou.

Esse facto foi o convite feito ao autor deste estudo, em Setembro de 2004, pela Direcção do Departamento de Física do Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP)

para integrar um grupo de trabalho que iria colaborar com a Universidade de Trás-os-Montes e Alto-Douro num estudo sobre o insucesso nas disciplinas introdutórias de Física e Matemática do ISEP. Foi através deste convite que o autor começou a ter os primeiros contactos formais com o domínio da investigação em Didáctica da Física. A aceitação deste convite passou também certamente pelo interesse genuíno que se tinha, desde que iniciou a sua actividade de docente no ISEP, para pensar e melhorar as suas práticas. O interesse pela área da Didáctica foi crescendo e, passado 3 meses, concorreu a um Doutoramento com Base Curricular na Universidade de Aveiro.

Iniciou-se então, um novo percurso académico onde se foi inteirando dos caminhos que podia seguir de forma a melhorar a sua prática. A reflexão e a leitura de alguns artigos de referência, o conhecimento pessoal do Professor Eric Mazur, aliados ao facto de estar integrado no grupo de trabalho referido, levaram-no a reflectir, de uma forma mais sistemática, sobre as causas do insucesso nas disciplinas introdutórias de Física e Matemática, e a querer experimentar algumas estratégias nas suas aulas.

Apesar de o autor leccionar, desde o ano lectivo de 2003/2004, as disciplinas de Física I e II do Curso de Engenharia Civil do ISEP, não era o docente responsável pelas mesmas. Assim, e de modo a que o trabalho tivesse uma maior sustentabilidade institucional, dialogou com o docente responsável para que, em conjunto, o desenvolvessem. O interesse demonstrado pelo responsável pela disciplina foi tanto que também ele optou por iniciar um doutoramento na área da Didáctica. Desta forma, iniciou-se um trabalho colaborativo entre os dois docentes, trabalho que se prolongou também no ano lectivo de 2006/2007, ano em que se realizou o estudo principal. Devido aos dois docentes estarem a realizar um Doutoramento que incidia na mesma problemática e disciplina, foi necessário definirem-se as dimensões de estudo de cada um (ver secção 1.2).

Após feita a referência à génese que esteve na base da realização do estudo exploratório, iniciemos a sua descrição sumária.

O estudo exploratório, que conforme se referiu iniciou-se no ano lectivo 2005/2006, é visto, hoje, pelo autor deste trabalho como um estudo que partia: a) de questões de investigação ainda não muito definidas mas, que se centravam na preocupação de compreender o insucesso nas disciplinas de Física I e II e, na procura de o minimizar

através do recurso a algumas estratégias diferentes das habitualmente usadas nas disciplinas; b) de ideias também ainda não muito claras, sobre a necessidade de um plano sistemático de recolha de informação, junto dos estudantes. Pensamos ser legítimo afirmar hoje que embora existisse alguma preocupação em “ouvir” os estudantes, o mais importante era “ouvir” o “sentir” dos dois docentes-investigadores.

Começando pela descrição das estratégias usadas, e pela forma como as vimos na altura em comparação com as aulas ditas “tradicionais”, transcrevemos do relatório que efectuamos sobre o mesmo (Oliveira, 2006) duas informações. A primeira refere-se a uma ideia que nos orientou e que escrevemos da seguinte forma:

“... optou-se por evitar as aulas puramente expositivas e sempre que possível envolver os estudantes na discussão e resolução de problemas. Para que os resultados sejam efectivos para cada estudante, o seu papel não deve ser passivo durante a aprendizagem, é necessário que pensem, prevejam, discutam e analisem as situações colocadas nas aulas e se promova a discussão entre estudantes/professor e estudante/estudante.” (p.2)

A segunda refere-se aos quadros que construímos (ver Tabela 3.1 e Tabela 3.2) e nos quais procuramos sistematizar as características do ensino ministrado antes do estudo exploratório (2003/2004 e 2004/2005) e as do mesmo (2005/2006), respectivamente para a disciplina de Física I e de Física II.

Tabela 3.1: Características do ensino e da avaliação das aprendizagens na disciplina de Física I (Oliveira, 2006, p. 11)

	2003/2004	2004/2005	2005/2006
Teóricas	Exposição dos conteúdos, demonstração de teoremas. Resolução de exercícios tipo.	Exposição dos conteúdos, demonstração de teoremas. Resolução de exercícios tipo.	Introdução de TPCL. Discussão Conceptual, com recurso a perguntas conceptuais.
Teórico-práticas	Resolução de exercícios.	Resolução de exercícios. TPC e sua discussão posterior.	Discussão de um problema. TPC e sua discussão posterior. Resolução de exercícios.
Práticas	Realização de Trabalhos Experimentais com recurso a protocolos.	Perguntas Orais sobre os princípios físicos envolvidos. Realização de Trabalhos Experimentais com recurso a protocolos.	Perguntas Orais sobre os princípios físicos envolvidos. Realização de Trabalhos Experimentais com recurso a protocolos. Implementação de um trabalho experimental e elaboração do respectivo protocolo.
Avaliação Contínua (Nota de Frequência - NF)	45% da Avaliação Final: <ul style="list-style-type: none"> • 15% que resultam de três provas individuais ao longo do semestre. • 30% do laboratório. 	50% da Avaliação Final: <ul style="list-style-type: none"> • 20% que resultam de entrega de TPC e respostas a perguntas colocadas na plataforma webCT. • 30% do laboratório. 	50% da Avaliação Final: <ul style="list-style-type: none"> • 20% que resultam de entrega de TPC, da participação e presença nas aulas. • 30% do laboratório.
Classificação Final	A Classificação Final da disciplina é obtida: $CF = 0.45 \times NF + 0.55PE$ Notas Mínimas: 6 Valores para Nota de Frequência 8 Valores para a Prova de Exame (PE)	A Classificação Final da disciplina é obtida: $CF = 0.5 \times NF + 0.5PE$ Notas Mínimas: 6 Valores para Nota de Frequência 8 Valores para a Prova de Exame (PE)	A Classificação Final da disciplina é obtida: $CF = 0.5 \times NF + 0.5PE$ Notas Mínimas: 6 Valores para Nota de Frequência 8 Valores para a Prova de Exame (PE)

Tabela 3.2: Características do ensino e da avaliação das aprendizagens na disciplina de Física II (Oliveira, 2006, p. 15)

	2003/2004	2004/2005	2005/2006
Teóricas	Exposição dos conteúdos, demonstração de teoremas. Resolução de exercícios tipo.	Exposição dos conteúdos, demonstração de teoremas. Resolução de exercícios tipo.	Discussão Conceptual, com recurso a perguntas conceptuais. Simulações e Animações
Teórico-práticas	Resolução de exercícios.	Resolução de exercícios. TPC e sua discussão posterior.	Discussão de um problema/Tarefa Relacionado com a “Casa da Física”. TPC e sua discussão posterior. Resolução de exercícios.
Avaliação Contínua (Nota de Frequência - NF)	20% da Avaliação Final: <ul style="list-style-type: none"> que resultam de três provas individuais ao longo do semestre.. 	50% da Avaliação Final: <ul style="list-style-type: none"> 10% que resultam de entrega de TPC e respostas a perguntas colocadas na plataforma webCT. 40% Projecto a desenvolver 	50% da Avaliação Final que resultam de entrega de TPC e da elaboração do projecto “A casa da Física”
Classificação Final	A Classificação Final da disciplina é obtida: $CF = 0.2 \times NF + 0.8PE$ Notas Mínimas: 6 Valores para Nota de Frequência 8 Valores para a Prova de Exame (PE)	A Classificação Final da disciplina é obtida: $CF = 0.5 \times NF + 0.5PE$ Notas Mínimas: 8 Valores para a Prova de Exame (PE)	A Classificação Final da disciplina é obtida: $CF = 0.5 \times NF + 0.5PE$ Notas Mínimas: 7 Valores para a Prova de Exame (PE)

Nas Tabela 3.1 e Tabela 3.2 evidenciou-se a negrito as principais alterações introduzidas ao nível das estratégias implementadas, em função do tipo de aulas. A seguir iremos, por tipo de aulas, referir as estratégias implementadas e as metodologias usadas para cada uma delas.

De referir que não se analisará as aulas Práticas, pois não foram objecto deste estudo, como justificado na subsecção 1.1.

As aulas Teóricas das duas disciplinas, Física I e Física II, obedeceram à mesma metodologia e utilizam-se as mesmas estratégias. As estratégias implementadas foram:

- Trabalhos Para Casa de Leitura (TPCL);
- Perguntas conceptuais.

Para cada aula Teórica foi criado, pelos docentes-investigadores, um texto de apoio onde eram abordados os assuntos referentes a essa aula. Assim, antes de cada aula Teórica era pedido aos estudantes que fizessem a leitura desses textos de apoio (Trabalhos Para Casa de Leitura - TPCL), para que depois nesta se procedesse à discussão e explicação dos assuntos abordados. Para motivar a leitura antecipada dos TPCL e a presença nas aulas Teóricas, os estudantes tinham acesso a uma bonificação na nota final do exame. Para isso, após a leitura dos textos de apoio, os estudantes tinham que responder a uma pergunta colocada na plataforma *Moodle*, “tarefa *on-line*”, respeitante a essa aula. Esta pergunta, que era de escolha múltipla, tinha correcção imediata, podendo (e devendo) os estudantes modificarem as suas respostas, se não tivessem respondido correctamente. Estas perguntas tinham, como prazo máximo de resposta, o dia da aula Teórica a que o TPCL correspondia. Estas respostas, juntamente com as presenças nas aulas Teóricas, permitiam que os estudantes obtivessem uma bonificação que seria somada à nota do exame final.

Normalmente, as aulas iniciavam-se com um breve resumo feito pelo docente sobre o TPCL, dando oportunidade aos estudantes de exporem os conceitos que não tivessem compreendido ou outras questões relacionadas com o mesmo. De seguida, apresentavam-se várias perguntas conceptuais de escolha múltipla. Para cada uma delas os estudantes dispunham de cerca de 1 minuto para reflectirem e responderem com a indicação da opção que achassem correcta. Quando as respostas eram consensuais pedia-se a um dos estudantes que justificasse a sua escolha. Quando não o eram o professor fazia alguns comentários e procedia-se a uma nova votação. Após esta, solicitava-se aos estudantes com diferentes opiniões que justificassem as suas escolhas, conseguindo-se geralmente, um consenso com a explicação correcta.

No que respeita às aulas Teórico-práticas houve algumas diferenças entre as estratégias utilizadas para este tipo de aulas entre as disciplinas de Física I e Física II. Assim, e começando por descrever as aulas Teórico-práticas da disciplina de Física I podemos dizer as estratégias usadas foram:

- Apresentação e discussão de um problema para ser resolvido em grupo e posterior discussão dos resultados;

- Resolução de exercícios pelos estudantes (em grupo ou individualmente), com a discussão final acerca dos resultados;
- Trabalhos Para Casa (TPC) e sua discussão.

No início da aula o professor apresentava um problema, este era discutido em grupo pelos estudantes que para isso dispunham de 25 minutos. Durante este tempo, o professor percorria os vários grupos tentando equacionar, incentivar ou mesmo responder às dúvidas levantadas pelos estudantes. Após este período, cada grupo apresentava as possíveis resoluções, sendo então estas discutidas por todos intervenientes.

Durante mais ou menos uma hora a aula centrava-se na resolução de exercícios. Os estudantes resolviam individualmente ou em grupo os exercícios propostos, havendo sempre uma resolução dos mesmos no quadro. Esta poderia ser feita quer pelo professor, quer por um estudante. Durante esta resolução, no quadro, o professor questionava os estudantes sobre as razões que os levavam a resolver dessa forma e, se não haveria outras abordagens possíveis.

Finalmente, os últimos 15 minutos da aula eram usados para a discussão do TPC que tinha sido entregue na aula anterior. Aqui o professor fazia referência aos erros mais comuns, tentando fazer com que os estudantes percebessem o que tinham errado. Os estudantes tiveram acesso, periodicamente, à avaliação feita pelo professor, de uma forma qualitativa. Nesta avaliação o professor informava os estudantes relativamente à sua participação e ao seu desempenho nos trabalhos entregues (TPC).

De forma a explicar as alterações realizadas nas aulas Teórico-práticas na disciplina de Física II é necessário apresentar quais as principais unidades temáticas abordadas na disciplina. Assim, estas eram: a) Transferência de Calor; b) Óptica; c) Ondas; d) Acústica; e) Interferências de Ondas.

A grande diferença entre as aulas Teórico-práticas da disciplina de Física I e as da disciplina de Física II foi a substituição dos problemas do início da aula por um projecto que teriam que desenvolver durante o semestre. Foi sugerido aos estudantes a elaboração de um projecto em que tinham de idealizar uma casa, a “Casa da Física”, com

o objectivo de estudarem e aplicarem os conteúdos e raciocínios abordados na disciplina. Este projecto foi feito em cinco fases, cada uma correspondente a cada unidade temática.

No início de cada aula, e em substituição do problema, os estudantes tinham que realizar uma tarefa/problema da “Casa da Física” que era entregue no final da respectiva unidade temática. Por exemplo, na primeira unidade foi pedido aos estudantes para que dimensionassem a sua “Casa da Física” e assim, escolhessem os materiais usados nas paredes, pavimentos, coberturas e envidraçados. Para tal tiveram que consultar as tabelas de condutibilidades térmicas para calcular as resistências térmicas das envolventes para que finalmente, calculassem as necessidades térmicas de aquecimento e arrefecimento da sua casa.

Depois desta tarefa/problema a aula tinha uma estrutura semelhante à descrita para as aulas de Física I.

Após a descrição das estratégias implementadas no estudo exploratório, vamos identificar os principais problemas sentidos e mostrar quais foram as soluções propostas, que serviram de base para o estudo principal.

Assim, as principais dificuldades encontradas com as estratégias implementadas nas aulas Teóricas foram:

- os estudantes não compreenderam a introdução dos TPCL. Não os liam antes da aula e, conseqüentemente, a maior parte não respondeu às respectivas tarefas *on-line*;
- os estudantes queixavam-se da dificuldade que por vezes sentiam em aceder às tarefas *on-line* no *Moodle*;
- a participação dos estudantes nas aulas Teóricas acabava por ser sempre das mesmas pessoas, sendo muito difícil fazer com que outros estudantes integrassem a discussão.

De forma a tentar colmatar os problemas encontrados, optou-se por substituir a tarefa *on-line* pelo envio por *e-mail*, para o respectivo professor de uma pergunta ou dúvida sobre os textos de apoio. Assim, evitavam-se os *Crash* de última hora do servidor onde

estava alojado o *Moodle*. Na aula seguinte o professor daria *feedback* a essas perguntas ou dúvidas. No que respeita à participação nas aulas, o professor tentaria incentivar a participação de todos os estudantes. Uma forma de o fazer seria incentivar a discussão entre os estudantes, para que mesmo os mais tímidos participassem, e só depois dar início à discussão com o professor.

As dificuldades encontradas nas aulas Teórico-práticas foram:

- no que respeita aos TPC os estudantes demoraram algum tempo a perceber que a ideia era de dar um *feedback* positivo e não propriamente penalizá-los por eventuais erros;
- o facto de o TPC ser discutido uma semana após a entrega (duas semanas após a realização da ficha de trabalho onde se tinha abordado esses assuntos), diminuía o impacto do *feedback*, uma vez que os estudantes já não se lembravam do que tinham feito e, por já estar a ser abordado outro assunto, este aparecia descontextualizado;
- o facto do *feedback* ser dado para todos os estudantes fez com que, em muitos casos, os estudantes não o interiorizassem, pois achavam que não era para eles;
- em relação à disciplina de Física I, a discussão de problemas independentes uns dos outros, em cada uma das aulas, fez com que os estudantes os encarassem como “mais um” exercício a fazer.

De forma a colmatar estes problemas sentidos nas aulas Teórico-práticas optou-se pelo envio do TPC por *e-mail* ou pela sua submissão no *Moodle*, antes da respectiva aula Teórico-prática. Assim, o *feedback* seria dado na aula em que estavam a ser abordados os conteúdos relacionados com o mesmo, deixando de estar descontextualizado. Outra das vantagens deste procedimento seria fazer com que os estudantes estudassem os conteúdos da folha antes da respectiva aula Teórico-prática, já que tinham que fazer o TPC sobre esses conteúdos. Uma outra medida tomada foi a de dar *feedback*

personalizado. Desta forma, esperava-se que os estudantes o interiorizassem e, isso contribuísse de forma mais eficaz para a sua aprendizagem.

Finalmente, para a disciplina de Física II pensou-se em idealizar problemas dependentes uns dos outros para a mesma unidade temática, de forma a dar um sentido e continuidade aos trabalhos desenvolvidos nas aulas. Desta forma introduziu-se o Projecto “Casa da Física”.

No que diz respeito à disciplina de Física II, para além das dificuldades já apresentadas, sentiu-se que pelo facto de os estudantes entregarem as tarefas da “Casa da Física” no fim de cada uma das unidades fez com eles perdessem a ideia original de projecto.

Para resolver este problema pensou-se num projecto em que os problemas estavam dependentes uns dos outros ao longo de toda a disciplina, e não só dentro da mesma unidade temática. Assim, os estudantes passariam a entregar um relatório no final do semestre, preservando a ideia de um único projecto.

No que respeita aos instrumentos de recolha de dados utilizados, para além das notas de campo do docente-investigador, foram:

- Pautas das classificações finais do ano lectivo 2003/2004, 2004/2005 e 2005/2006;
- Questionário aos Estudantes Acerca do Ensino, da Avaliação e do Modo de Estudar – QEAME (Cravino, 2004).

Não querendo fazer aqui uma análise exaustiva das classificações finais obtidas pelos estudantes, podemos dizer que da análise destas, nos anos lectivos referidos, não revelou alterações muito significativas de uns anos para os outros. A única alteração que pode ser mencionada é um deslocamento dos valores das classificações finais para a direita, ou seja, as classificações finais foram em média, ligeiramente mais altas (ver Figura 3.3). Como se pode ver na Figura 3.3, no ano lectivo 2003/2004 a maioria dos estudantes obteve a classificação final de 10 valores³. Nos anos seguintes, o número de estudantes

³ O sistema de classificação português usa uma escala de 0 a 20 valores.

com classificação final de 10 valores diminui, distribuindo-se, a maioria, das classificações pelos valores 10, 11 e 12.

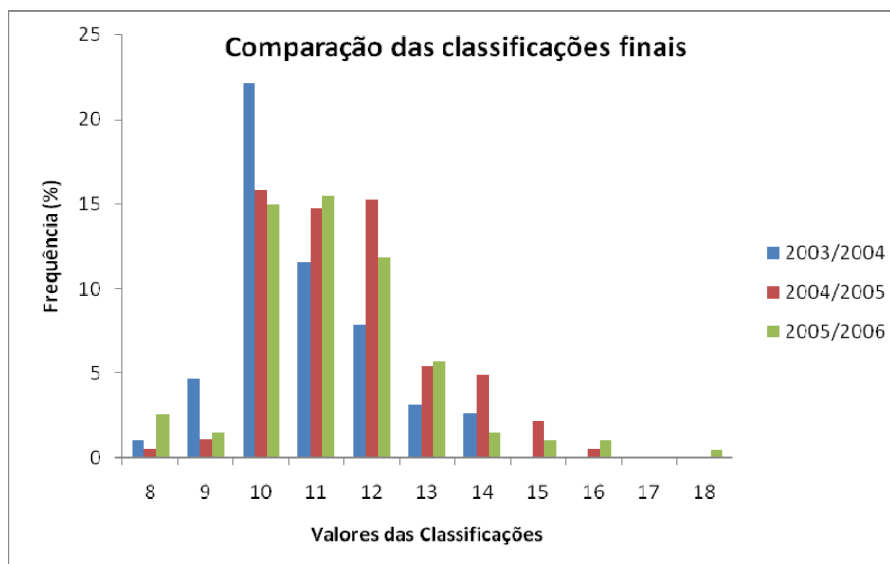


Figura 3.3: Classificações finais dos anos lectivos 2003/2004, 2004/2005 e 2005/2006

O questionário QEAME é um questionário destinado a ser aplicado aos estudantes para avaliar as seguintes dimensões (Cravino, 2004, p. 90, Anexo 1):

- *Esforços deliberados no sentido do bom ensino (questões 18, 20 e 26);*
- *Avaliação permanente (questões 7, 8, 12, 21, 22, 25 e 27);*
- *Organização e quantidade de trabalho (questões 4, 10, 14 e 29);*
- *Interacção (questões 3, 5, 15, 17, 23 e 24);*
- *Estímulo à independência do estudante (questões 2, 9, 11 e 16);*
- *Objectivos e padrões claros e bem definidos (questões 1, 6, 13, 19 e 28).*

A escala utilizada nas respostas é uma escala do tipo *Likert*, de um a cinco, com a seguinte interpretação: 1 significa que discorda completamente; 2 significa que tende a discordar; 3 significa que não se aplica ou não sabe responder; 4 significa que concorda, mas com reservas; 5 significa que concorda completamente.

Os questionários foram respondidos por 78 estudantes.

Não sendo o nosso objectivo a análise pormenorizada das respostas a este questionário vamos só, e a título de exemplo, apresentar graficamente as respostas às perguntas 18, 20 e 26, relacionadas com a dimensão “Esforços deliberados no sentido do bom ensino” e as respostas às perguntas 3, 15, 17 e 23 relacionadas com a dimensão “Interacção”.

Em relação à primeira dimensão podemos afirmar, pela análise dos histogramas da Figura 3.4, que os estudantes reconheceram o esforço dos professores no sentido do “bom ensino” já que a moda dos três gráficos é o nível 4 da escala de *Likert* e as médias das respostas às três perguntas são superiores a 3,5, valor acima do valor neutro da escala (nível 3) da escala de *Likert*.

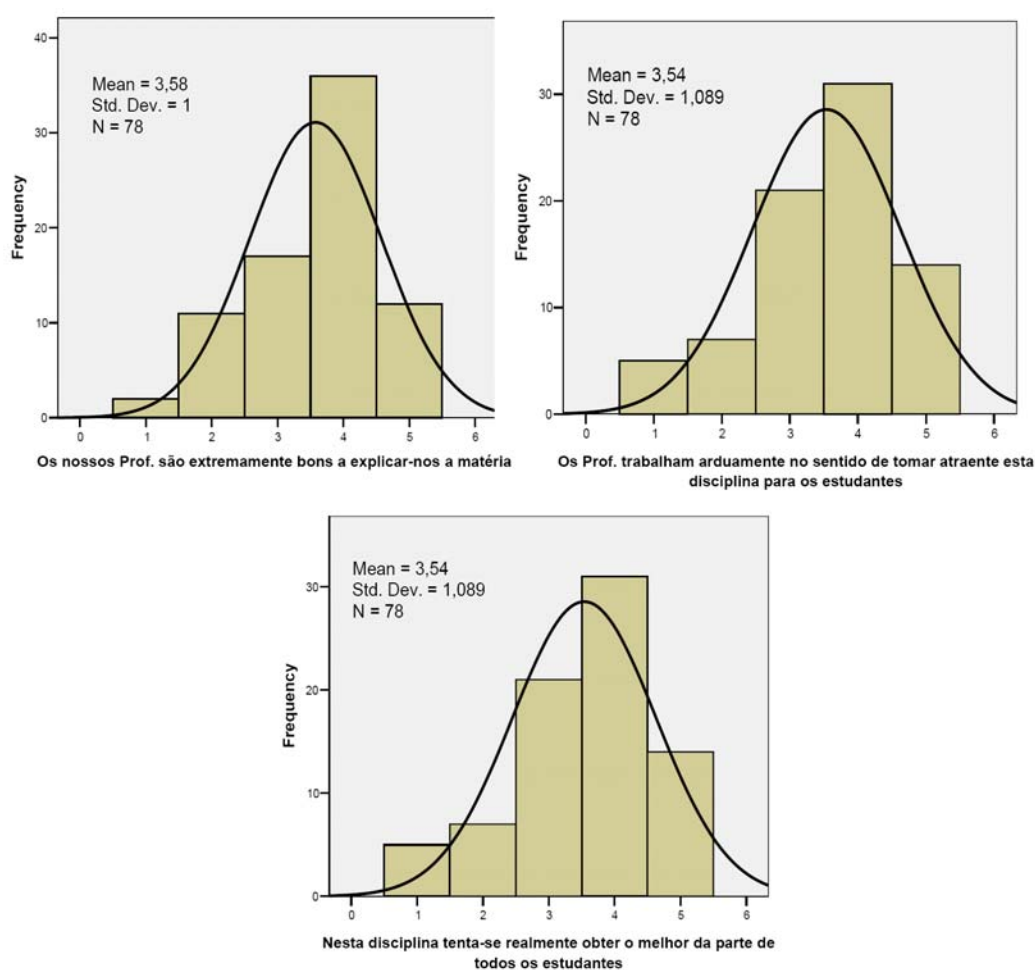


Figura 3.4: Respostas às perguntas relacionadas com a dimensão: “esforços deliberados no sentido do bom ensino” (estudo exploratório, 2005/2006)

No que respeita à segunda dimensão, analisando os histogramas da Figura 3.5, podemos constatar que os estudantes reconhecem o esforço feito pelos professores no sentido de os motivarem e de compreenderem as suas dificuldades (histogramas com moda 4 e valores médios acima do valor neutro da escala, 4,04 e 3,49 respectivamente).

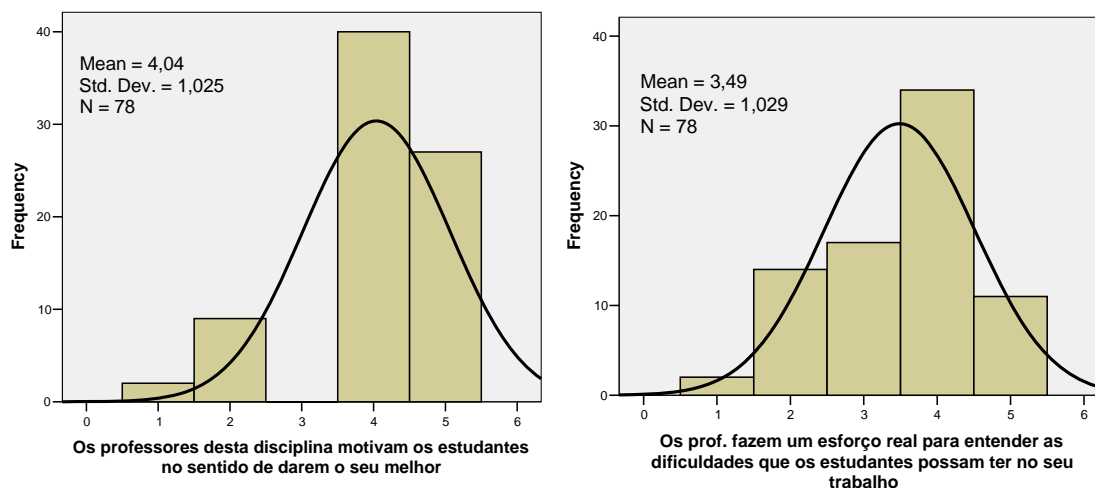


Figura 3.5: Respostas às perguntas relacionadas com a dimensão: “interacção” (estudo exploratório, 2005/2006)

No entanto, quanto à interacção professor-estudante, no sentido mais estrito, ou seja, no que respeita ao *feedback* dado sobre o desempenho dos estudantes e à forma de como os estudantes podem aprender na disciplina, os resultados (Figura 3.6) apresentam um valor médio abaixo do valor neutro da escala de *Likert* (2,79 e 2,26).

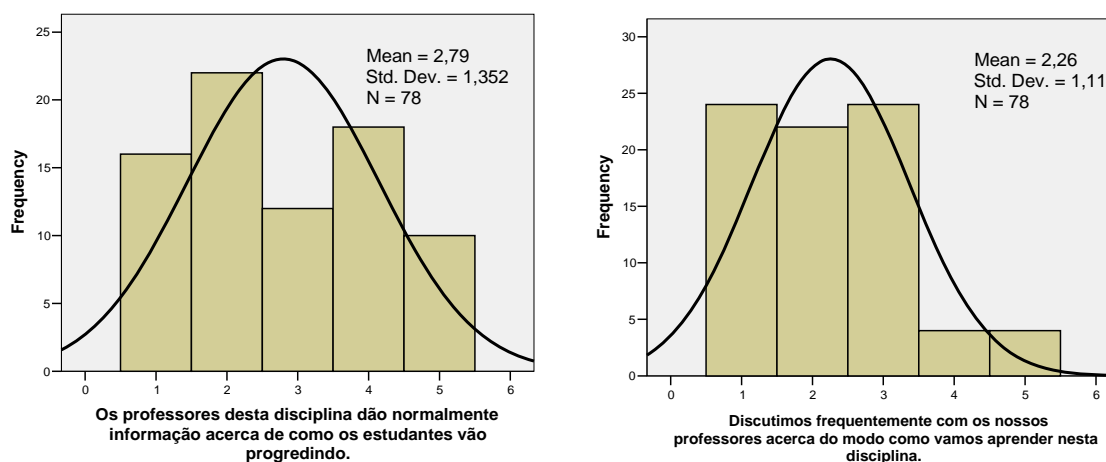


Figura 3.6: Respostas às perguntas relacionadas com a dimensão: “interacção” (estudo exploratório 2005/2006)

Estes resultados, conjuntamente com as notas de campo do investigador, fizeram-nos reflectir sobre como podemos promover uma maior interacção entre os professores e estudantes potenciando o *feedback* em todo o tipo de aulas.

Reconhecemos que este questionário nos deu informações importantes para uma primeira análise do estudo, no entanto, não foi capaz de nos esclarecer nalgumas dimensões que pretendíamos estudar. Por exemplo, não reflectia a percepção que os estudantes tiveram sobre as estratégias implementadas nos diferentes tipos de aulas. Assim, houve necessidade de construir outros instrumentos de recolha de dados que reflectissem essas percepções. Os instrumentos criados foram um questionário (Anexo 2) e um guião de entrevista (Anexo 3). Na subsecção seguinte iremos apresentar esses instrumentos de recolha de dados.

3.4 Processo de recolha e análise de dados do estudo principal (2006/2007)

No sentido de obter informação que nos permitisse, por um lado, descrever o estudo principal realizado e, por outro, reflectir sobre o seu impacto junto dos estudantes, procuramos identificar: a) quais as fontes privilegiadas de informação para a investigação; b) quais as técnicas e instrumentos a usar na recolha e análise de dados.

A fonte privilegiada de informação foi os estudantes, na medida em que era a sua opinião que nos preocupava fundamentalmente recolher. Porém, usamos outras fontes, tais como: a) documentos de planificação da disciplina, assim como, os usados nas aulas, nomeadamente do docente-investigador; b) relatórios finais do Projecto do Elevador da Física; c) reflexões de estudantes sobre o Projecto do Elevador da Física; d) pautas de classificações finais da disciplina; e) notas de campo recolhidas pelo docente-investigador, desde o momento da planificação da disciplina até ao seu término.

Como técnica privilegiada de recolha de informação usou-se o inquérito por questionário e entrevista aos estudantes. Os respectivos instrumentos (questionário e guião da entrevista) foram desenhados pelo investigador, atendendo às questões específicas sobre as quais pretendia obter informação, e validados pelos orientadores. O

questionário foi aplicado na última semana de aulas do primeiro semestre e as entrevistas foram realizadas no início do segundo semestre do ano lectivo 2006/2007.

A opção pela técnica do inquérito reside no facto, usando as palavras de Carmo & Ferreira (1998, p. 123), de ser um “*processo em que se tenta descobrir alguma coisa de forma sistemática*”. Na concepção dos respectivos instrumentos e sua aplicação, e para além de ter presente quais os seus objectivos, procurou-se ainda, ter em atenção as desvantagens dos mesmos referidos por diferentes autores. Por exemplo, na elaboração do questionário preocupamo-nos com: a) a sua extensão; b) a clareza na redacção das perguntas; c) a confidencialidade e o anonimato.

Na elaboração do guião da entrevista, procuramos, por exemplo, não ser demasiadamente directivos nas questões colocadas. Porém, procurou-se dar ao guião um formato que ajudasse o entrevistador a não se desviar dos objectivos da utilização do mesmo.

Alguns exemplos de preocupações tidas na aplicação destes instrumentos foram:

- nos questionários: procurar ter um número significativo de respostas (para isso foi solicitado a todos os docentes da disciplina que os aplicassem aos seus estudantes);
- nas entrevistas: proporcionar um ambiente de colaboração (ambiente “amigável” tendo sido previamente explicado aos estudantes o contexto da sua realização assim como os seus objectivos). Contacto prévio com os estudantes no sentido de marcação do horário da realização da entrevista em função das suas disponibilidades.

A aplicação dos questionários não sendo a ideal foi a possível. Como foi dito, pediu-se aos docentes que leccionavam a disciplina que aplicassem os questionários na última semana de aulas. Apenas dois docentes (para além do docente-investigador) colaboraram nesta recolha de dados. Desta forma apenas se recolheram 81 questionários (51 do regime diurno e 30 do regime diurno pós-laboral de um total de cerca de 200 estudantes efectivos). Depois de recolhidas as respostas dadas pelos estudantes nos questionários,

estas foram introduzidas no SPSS (Statistical Package for the Social Sciences) para uma análise estatística.

O questionário encontrava-se estruturado em seis partes com a finalidade de recolher elementos sobre:

- o perfil do estudante (parte 1);
- as estratégias usadas nas aulas Teóricas, Teórico-práticas e Práticas (partes 2, 3 e 4);
- a facilidade de acesso à plataforma *Moodle* e conhecimentos a nível informático (parte 5);
- aspectos globais da disciplina (parte 6).

O questionário, na sua totalidade, era composto por 22 perguntas de resposta fechada, associadas a uma escala de *Likert* de 1 a 5, em que 1 correspondia ao “menos favorável” e o 5 ao “mais favorável”. O questionário, para além deste tipo de perguntas, tinha 7 perguntas de resposta aberta, para que os estudantes pudessem dar sugestões relacionadas com cada um dos tópicos sobre os quais estavam a ser inquiridos.

Os objectivos deste questionário foram, para além de caracterizar o perfil do estudante (idade, género, ano de ingresso no ISEP, número de vezes que está inscrito à disciplina de Física I e frequência com que ia às aulas), o de recolher a opinião dos estudantes sobre:

- as estratégias de ensino e aprendizagem introduzidas nos diferentes tipos de aulas;
- a acessibilidade à plataforma *Moodle* e as estratégias de ensino e aprendizagem aí introduzidas;
- aspectos globais da disciplina.

Para aprofundar os resultados obtidos a partir do questionário foi criado um guião de entrevista (Anexo 3) estruturado de forma análoga ao questionário. Este era composto por seis partes com um total de 37 perguntas. A primeira parte referia-se à caracterização do estudante. A segunda, terceira e quarta parte estavam relacionadas com os diferentes tipos de aulas (Teóricas, Teórico-práticas e Práticas), onde se pretendeu recolher a opinião dos estudantes sobre as diferentes estratégias implementadas em cada uma delas. A quinta parte dizia respeito à plataforma *Moodle* e às estratégias aí implementadas e, finalmente, a última parte, referia-se aos aspectos globais da disciplina.

Os critérios de selecção dos estudantes para as entrevistas foram:

- existir pelo menos um estudante por cada docente envolvido na leccionação;
- ter frequentado mais de 75% de cada uma das aulas (Teóricas, Teórico-práticas e Práticas);
- disponibilidade para ser entrevistado.

Segundo estes critérios foram seleccionados 38 estudantes. Destes, apenas 18 mostraram-se disponíveis para fazer a entrevista, 10 do regime diurno e 8 do regime diurno pós-laboral. As entrevistas foram gravadas com a autorização dos entrevistados e após a transcrição foram validadas por estes. A análise de conteúdo das entrevistas foi realizada com apoio do *software* QSR NVivo 7.

4 Caracterização da disciplina de Física I

O presente capítulo tem como finalidade descrever o contexto onde o estudo empírico desta dissertação ocorreu, isto é, na disciplina de Física I do 1º ano, 1º semestre, do Curso de Engenharia Civil do Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP), no ano lectivo 2006/2007. A disciplina de Física I em análise é uma disciplina pré-bolonha, ou seja, uma disciplina ainda não reformulada no contexto do Processo de Bolonha.

Foram diversas as fontes de informação utilizadas para a escrita deste capítulo. Para a caracterização da disciplina, do ponto de vista das intenções curriculares recorreremos à planificação fornecida aos estudantes, no início do semestre e colocada no *Moodle* (Anexo 4). Para a descrição das aulas foi usada a informação proveniente: a) das planificações das aulas; b) do material didáctico desenvolvido e utilizado; c) das notas de campo do docente-investigador; d) das pautas com as classificações finais dos estudantes. Relativamente à descrição dos participantes (estudantes e professores) utilizamos a informação recolhida no portal do ISEP⁴ e o conhecimento e experiência do docente-investigador.

4.1 Caracterização dos participantes

No ano lectivo 2006/2007, estavam inscritos nesta disciplina 314 estudantes divididos em dois regimes: 219 no regime diurno (RD), correspondendo a 69,7% do total, e 95 no regime diurno pós-laboral (RPL). Dos 314 estudantes, 166 (52,3%) estavam inscritos pela primeira vez na disciplina, 77 (24,5%) tinham duas inscrições e os restantes 71 (23,2%)

⁴ O portal do ISEP é um sítio na internet (www.portal.isep.ipp.pt) onde está reunida toda informação necessária, para os professores e estudantes, da actividade académica. Permite aos estudantes fazer inscrições nas turmas que pretendem, consultar os respectivos horários, consultar as planificações, os sumários das várias aulas, fazer inscrições nos exames, ver as avaliações das várias disciplinas etc. Em relação aos professores, este permite consultar o serviço atribuído, o horário lectivo, as turmas e respectivos estudantes que as compõem, colocar as avaliações dos estudantes, entre outras funcionalidades relacionadas com a actividade lectiva e gestão da escola.

três ou mais inscrições. No que respeita ao género temos 245 (78%) estudantes do sexo masculino. A Tabela 4.1 sumariza as características dos estudantes envolvidos na disciplina.

Tabela 4.1: Caracterização dos estudantes da disciplina de Física I do ano lectivo 2006/2007

		Todos		RD		RPL	
		Nº	%	Nº	%	Nº	%
Número de Estudantes		314	100,0	219	69,7	95	30,3
Género	Masculino	245	78,0	164	74,9	81	85,3
	Feminino	69	22,0	55	25,1	14	14,7
Número de Inscrições na Disciplina	1ª Vez	166	52,3	135	61,6	31	32,6
	2ª Vez	77	24,5	46	21,0	31	32,6
	> 2ª Vez	71	23,2	38	17,4	33	34,8

É importante referir que dos 314 estudantes inscritos 115 não frequentaram as aulas nem foram a nenhum dos exames. Destes 115 estudantes, 57 eram do regime diurno pós-laboral.

O número de docentes envolvidos na leccionação foram 7, que são designados pelas letras de A a G, sendo o docente B o docente-investigador deste estudo. Na Tabela 4.2 apresenta-se o número de anos de serviço no Ensino Superior dos vários docentes (até Dezembro de 2006). Também é apresentado o número e tipo de aulas (Teóricas (T), Teórico-práticas (TP) e Práticas (P)) e respectivo regime distribuídos pelos vários docentes.

Tabela 4.2: Número de anos de serviço dos docentes e número de turmas atribuídas a cada docente

Docente	Nº de anos de serviço no Ensino Superior	Regime Diurno (nº de turmas)			Regime Diurno Pós-Laboral (nº de turmas)			Função
		T	TP	P	T	TP	P	
A	13	3	2	2				Docente responsável
B	9			1	1	1	2	Docente-investigador
C	7		1	2			1	Docente
D	3		1	2				Docente
E	12		1	4				Docente
F	19		2					Docente
G	8			3				Docente

Como podemos verificar pela análise da Tabela 4.2, o docente A, responsável pela disciplina, leccionou todas aulas Teóricas do regime diurno e o docente B todas as aulas Teóricas do regime diurno pós-laboral.

As aulas Teórico-práticas do regime diurno foram distribuídas por cinco docentes diferentes. No regime diurno pós-laboral, as aulas Teórico-práticas, foram leccionadas apenas docente que foi o mesmo que leccionou as aulas Teóricas.

As aulas Práticas do regime diurno foram distribuídas por seis docentes diferentes, ao passo que as do regime diurno pós-laboral foram distribuídas por dois docentes, sendo um deles o docente B. Em síntese, o docente-investigador, autor deste estudo, leccionou todas as aulas Teóricas e Teórico-práticas do regime diurno pós-laboral. Leccionou ainda três turmas Práticas, duas do regime diurno pós-laboral e uma do regime diurno.

4.2 Descrição geral da disciplina

A disciplina de Física I tinha, no ano lectivo 2006/2007, uma carga horária semanal de 6 horas, dividida igualmente em três tipos de aulas: Teóricas (T), duas aulas de 1 hora; Teórico-práticas (TP), uma aula de 2 horas; Práticas (P), uma aula de 2 horas (ver Tabela 4.3) Como apoio à disciplina utilizou-se o *Moodle*, sistema de gestão de cursos (CMS - *Course Management System*).

Tabela 4.3: Carga horária da disciplina de Física I, do curso de Engenharia Civil, do ISEP (2006/2007)

Tipo de Aula	Teóricas	Teórico - Práticas	Práticas
Carga Horária Semanal	2	2	2

Nesta secção iremos descrever o programa da disciplina, ou seja, os seus objectivos, os conteúdos abordados, as metodologias de ensino e aprendizagem e o sistema de avaliação das aprendizagens dos estudantes.

4.2.1 Objectivos da disciplina

Sendo esta uma disciplina introdutória de Física para um Curso de Engenharia pretendeu-se que os estudantes atingissem os seguintes objectivos principais:

- *Consolidar e aprofundar conhecimentos básicos de Física;*
- *Desenvolver competências a nível de relacionar a Física com a realidade dos problemas do dia-a-dia, nomeadamente de um Engenheiro;*
- *Desenvolver a capacidade de interligação entre conceitos;*
- *Desenvolver a capacidade de reflectir, analisar e aplicar conhecimentos a qualquer (novo) problema, de modo simples e lógico;*
- *Desenvolver competências sociais.*

Estes objectivos estavam disponíveis, no *Moodle*, para consulta (Anexo 5).

4.2.2 Conteúdos abordados

Os conteúdos programáticos leccionados nesta disciplina, fazem parte de um curso introdutório de Física. Estes integram-se nas seguintes áreas temáticas (Anexo 6):

- Física e Medidas;
- Cinemática;
- Dinâmica;
- Trabalho e Energia;
- Movimento Oscilatório.

4.2.3 Gestão da disciplina

As estratégias implementadas, na disciplina de Física I no ano lectivo 2006/2007, resultaram de uma intervenção didáctica idealizada pelos docentes A e B que se encontravam a desenvolver trabalhos de investigação na área da Didáctica da Física. Estes docentes planearam estratégias para os diferentes tipos de aulas.

Para que as estratégias fossem implementadas de forma semelhante por todos os docentes, o corpo docente da disciplina realizava reuniões presenciais quinzenalmente com os objectivos de: a) fazer o ponto da situação das tarefas propostas; b) corrigir possíveis desvios ao programa proposto inicialmente; c) aconselhar os docentes sobre as estratégias a serem implementadas. Para além destas reuniões os docentes deveriam comunicar, por *e-mail*, qualquer alteração às estratégias propostas.

Vários instrumentos e materiais didácticos foram criados para a implementação das estratégias adoptadas.

Assim, os docentes A e B elaboraram em conjunto as folhas de leitura de apoio às aulas Teóricas (Anexo 7) e as fichas de trabalho (Anexo 8) para cada aula Teórico-prática.

O docente A elaborou as fichas de trabalho (Anexo 9) para as aulas Práticas, bem como, os Desafios colocados na plataforma *Moodle*. Este docente ainda era responsável pela gestão da plataforma *Moodle*.

O Projecto do Elevador da Física foi criado e desenvolvido pelo docente B para as aulas Teórico-práticas.

4.2.4 Metodologias e estratégias de ensino e aprendizagem

Para as **aulas Teóricas** desenvolveu-se e utilizou-se algumas estratégias e instrumentos, tais como: a) utilização Trabalhos Para Casa de Leitura (TPCL); b) aprendizagem entre pares (*peer-instruction*) com utilização de perguntas conceptuais; c) fóruns de discussão no *Moodle*.

Com o intuito de os estudantes prepararem previamente as aulas Teóricas, de forma a poderem ter uma participação mais activa, foram criadas folhas de leitura (Anexo 7) para

cada uma das aulas e disponibilizadas, no início do semestre, no *Moodle*. Os estudantes deveriam ler essas folhas de leitura (TPCL), antes da respectiva aula Teórica, e enviar por *e-mail*, ao professor das suas aulas Teóricas um resumo do que acharam mais importante e/ou uma pergunta/curiosidade que gostariam de ver respondida. Para incentivar esta estratégia foi criada uma bonificação no sistema avaliação (ver 4.2.5.1).

Outra estratégia implementada pelos docentes nas aulas foi a aprendizagem entre pares (*peer-instruction*) com a utilização de perguntas conceptuais. Estas perguntas eram normalmente de escolha múltipla, com quatro hipóteses de resposta, e abordavam assuntos do dia-a-dia. Esta estratégia pretendia gerar discussão entre os estudantes, pois desafiavam o senso comum.

Finalmente, foram criados no *Moodle* dois fóruns de discussão para que os estudantes e professores partilhassem ideias. Estes fóruns de discussão iniciavam-se com uma pergunta/desafio, e os estudantes eram solicitados a participarem dando as suas opiniões sobre quais seriam as possíveis hipóteses de resolução e sua justificação. Os professores também participavam nestes fóruns mediando as discussões e lançando novas perguntas ou comentários orientadores da discussão. Para incentivar a participação dos estudantes nestes fóruns de discussão, foi criado uma bonificação no sistema de avaliação (ver 4.2.5.1).

A Figura 4.1 mostra o Desafio 1 que pretendia que os estudantes comentassem a situação exposta, justificando sempre as suas respostas, através da identificação das variáveis e modelos físicos envolvidos.

Duas massas m e M (sendo m maior que M) deslizam sobre os planos inclinados indicados, partindo ambas do repouso, de uma altura H .

O plano inclinado em que M desce é normal sendo aquele onde m desce concavo.

O que se pode saber acerca das respectivas descidas?

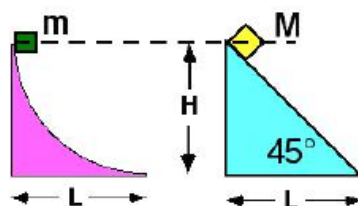


Figura 4.1: Pergunta/desafio 1 colocada no *Moodle*

A metodologia utilizada nas **aulas Teórico-práticas** (TP) envolveu várias estratégias e instrumentos, tais como: a) utilização de Trabalhos Para Casa (TPC); b) trabalho de grupo; c) elaboração do Projecto do Elevador da Física (PEF). Todas estas actividades deveriam ser acompanhadas de *feedback* dado pelo professor.

Nas aulas Teórico-práticas os estudantes foram organizados em grupos de trabalho para realizarem todas as tarefas propostas. Estas tarefas incluíam o Projecto do Elevador da Física, a resolução dos exercícios propostos e, caso desejassem, os TPC.

Os TPC teriam que ser enviados por *e-mail* ao professor respectivo ou colocados no *Moodle*, até 24 horas antes da aula Teórico-prática. O professor deveria corrigir os TPC dando indicação ao estudante/grupo do seu desempenho, atribuindo uma classificação qualitativa (ver 4.2.5.1). Este *feedback* poderia ser dado pessoalmente na respectiva aula Teórico-prática ou na plataforma *Moodle*.

Em cada aula Teórico-prática existia uma tarefa/problema do Projecto do Elevador da Física (ver 4.5.1). Este projecto consistia na resolução de um problema real, idealização de um elevador, em que os estudantes tinham que mobilizar todos os conteúdos e raciocínios desenvolvidos na disciplina.

A metodologia usada nas **aulas Práticas** envolveu várias estratégias e instrumentos, tais como: a) trabalho de grupo; b) realização de avaliações orais; c) fichas de trabalho com problemas laboratoriais; d) elaboração de relatórios sumários; e) idealização, implementação e elaboração de uma experiência. Normalmente, todas estas estratégias deveriam ser acompanhadas de *feedback* por parte dos professores respectivos.

Nas aulas Práticas os estudantes foram organizados em grupos de 2 a 3 estudantes. No início de cada aula prática, cada grupo era sujeito a um momento onde todos os elementos tinham que responder, oralmente, sobre o trabalho que iriam realizar. Com esta abordagem pretendia-se que os estudantes preparassem antecipadamente os respectivos trabalhos. Caso o docente considerasse que o grupo não tinha preparado devidamente o trabalho, não permitia a realização do mesmo e este teria que ser realizado noutra altura.

Para cada aula foi criada uma ficha de trabalho (Anexo 9) com várias questões/problemas que deveriam ser resolvidas de forma experimental. No fim de cada

uma destas fichas, os estudantes tinham que elaborar um relatório sumário na folha de registo onde deveriam constar: a) os aparelhos de medida utilizados e sua resolução; b) o cálculo da grandeza física e respectiva incerteza; c) a principal ideia a reter da aula. Estes relatórios sumários eram entregues, no fim da aula, ao professor responsável. Na aula seguinte, deveria ser dado *feedback* destes relatórios sumários aos respectivos grupos.

Nas últimas quatro aulas, foi proposto aos estudantes que idealizassem e implementassem uma experiência que permitisse medir uma grandeza física. As ideias subjacentes a este trabalho eram o de promover o desenvolvimento: a) da autonomia dos estudantes; b) da capacidade de pesquisa; c) da capacidade de montagem de um aparato experimental; d) da capacidade de comunicação de ideias; e) do conhecimento sobre uma área estudada.

4.2.5 Sistema de avaliação da aprendizagem

A classificação final dos estudantes na disciplina foi obtida a partir de duas componentes: uma resultante da **avaliação contínua** com um peso de 60% e outra resultante da classificação obtida num **exame final** com um peso de 40%. A avaliação contínua foi realizada nas aulas Teórico-práticas e Práticas. A avaliação contínua realizada nas aulas Teóricas funcionava como bonificação para a nota final do exame. Para que os estudantes fossem aprovados na disciplina tinham que obter, no mínimo, uma classificação de 8 valores na avaliação contínua das aulas Práticas.

4.2.5.1 Avaliação contínua

A avaliação realizada nas aulas Teóricas permitia que os estudantes obtivessem uma classificação de bonificação, no máximo, 1,5 valores a somar à classificação obtida no exame. Esta bonificação tinha como objectivos: a) a promoção da assiduidade dos estudantes; b) a preparação prévia, pelos estudantes, das aulas Teóricas; c) a participação nos fóruns de discussão existentes na plataforma *Moodle*.

No final do semestre, todas as presenças dos estudantes nas aulas Teóricas foram contabilizadas e atribuiu-se uma classificação proporcional ao número de presenças, correspondendo 0,5 valores a 100% das presenças.

A classificação correspondente à preparação prévia das aulas Teóricas foi contabilizada através das contribuições enviadas, pelos estudantes, por cada aula Teórica. Também aqui, a classificação foi atribuída proporcionalmente ao número de contribuições. O valor máximo de 0,5 valores foi atribuído aos estudantes que enviassem pelo menos uma contribuição por cada aula Teórica leccionada.

Através das participações nos fóruns de discussão, os estudantes poderiam obter, no máximo, uma classificação de 0,5 valores. Esta foi calculada consoante o número e a qualidade das participações dos estudantes nos respectivos fóruns.

A avaliação contínua realizada nas aulas Teórico-práticas (TP) contribuiu com 30% para a nota final da disciplina. Esta traduziu-se no desempenho dos estudantes nos: a) Trabalhos Para Casa (TPC); b) participação nas aulas; c) Projecto Elevador da Física (PEF). Cada uma destas componentes de avaliação contribuiu com 10%, 5% e 15%, respectivamente.

Como foi dito anteriormente, o professor responsável pela leccionação de cada uma das aulas Teórico-práticas deveria corrigir os TPC dando indicação ao estudante/grupo do seu desempenho. Este desempenho traduziu-se segundo uma classificação qualitativa: A – Conseguido, B – Aprofundar; C – Rever. A nota final dos TPC resultou de uma média ponderada de todas as classificações obtidas.

Os estudantes foram incentivados a participar nas aulas, para isso, a sua participação foi contabilizada em três níveis: a) participa sempre ou quase sempre; b) participa de vez em quando; c) não participa. A nota final desta componente resultou de uma média ponderada de todos os níveis obtidos.

O Projecto do Elevador da Física (PEF) foi avaliado, continuamente nas aulas Teórico-práticas, e no relatório final nas seguintes dimensões (ver Anexo 10):

- *Identificar os sistemas físicos e as variáveis envolvidas (10%);*
- *Utilizar modelos físicos (10%);*

- *Estabelecer relações entre conceitos (10%);*
- *Pesquisar bibliografia (10%);*
- *Utilizar representações gráficas (10%);*
- *Resolver problemas (10%);*
- *Avaliar soluções (10%);*
- *Cooperar com os colegas (10%);*
- *Defender ideias (10%);*
- *Realizar uma auto-avaliação e hetero-avaliação dos colegas de grupo (10%).*

A avaliação contínua realizada nas aulas Práticas (P) contribuiu com 30% para a nota final da disciplina. Esta era composta por três componentes: a) avaliação oral; b) relatórios sumários; c) trabalho final. Cada uma destas componentes tinha um peso de 10%.

As prestações dos estudantes nas avaliações orais realizadas foram classificadas qualitativamente: A – Conseguido, B – Aprofundar; C – Rever. A nota final desta componente resultou na média ponderada destas classificações qualitativas. Como foi dito anteriormente (ver 4.2.4), caso o grupo não estivesse preparado para realizar o trabalho teria que o fazer posteriormente. Esta situação só poderia acontecer no máximo duas vezes, sob pena do grupo não ter classificação na componente prática da disciplina e, conseqüentemente ficariam reprovados na disciplina.

Os relatórios sumários foram avaliados segundo as seguintes dimensões (ver Anexo 10):

- *Tratamento de dados (40%);*
- *Representação gráfica (20%);*
- *Avaliação das soluções encontradas (40%).*

As dimensões de avaliação do trabalho final foram (ver Anexo 10):

- *Pesquisa bibliográfica (20%);*
- *Identificação de variáveis e previsão de resultados (10%);*
- *Montagem de um sistema experimental (20%);*
- *Apresentação/comunicação de dados e resultados (20%);*
- *Discussão dos resultados com as previsões (30%).*

4.2.5.2 Exame

Os exames (Anexo 11) eram constituídos por três partes:

- uma parte teórica constituída por 9 perguntas conceptuais, cada uma delas com a pontuação de 1 valor;
- uma parte teórico-prática constituída por quatro perguntas, sendo a primeira relacionada com o Projecto do Elevador da Física (PEF) com a pontuação de 3 valores e três exercícios com a pontuação de 2 valores cada um;
- uma parte prática constituída por uma pergunta, que valia 2 valores, relacionada com os procedimentos nas aulas Práticas.

Os estudantes tinham que obter um valor mínimo em cada uma das três componentes do exame, 3 valores para cada uma das partes teórica e teórico-prática e 1 valor para a parte prática. Caso os estudantes não atingissem estes valores mínimos ficavam reprovados.

Como referido anteriormente, a bonificação obtida nas aulas Teóricas era somada à nota final do exame. Esta, caso necessário, poderia ser somada a uma ou dividida pelas três componentes do exame para que o estudante obtivesse a nota mínima nessa(s) componente(s).

A Tabela 4.4 sintetiza a metodologia de avaliação usada na disciplina.

Tabela 4.4: Resumo do sistema de avaliação das aprendizagens dos estudantes na disciplina de Física I

Avaliação Contínua (AC)					Exame (E)	
Aulas Teóricas	Assiduidade	até 0,5val		Bonificação (facultativa) Max 1,5val	T: 9 perguntas conceptuais (1val cada)	9val
	TPCL	até 0,5val				Mínimo 3val
	Desafios do Moodle	até 0,5val				
Aulas Teórico-práticas	TPC	10%	$TP = \frac{TPC + 0,5P + 1,5PEF}{3}$		TP: 4 perguntas: 1 PEF (3val) 3 Exerc. (2val cada)	9val
	Participação	5%				Mínimo 3val
	PEF	15%				
Aulas Práticas (Lab)	Provas Orais	10%	$P = \frac{O + R + TF}{3}$	Mínimo 8val	P: 1 pergunta sobre procedimentos em laboratório	2val
	Relatórios Sumários	10%				Mínimo 1val
	Trabalho Final	10%				
NAC=0,3×TP+0,3×P					NE=Nota + Bonificação	
Nota Final=0,6×NAC+0,4×NE						

4.3 Descrição da plataforma Moodle

A disciplina de Física I tinha como apoio a plataforma *Moodle*, que permitiu a gestão do percurso do estudante, acompanhando e monitorizando o seu desempenho ao longo do semestre. Para além de ter permitido organizar e gerir material da disciplina (programa, planificação, actividades, avaliações, testes...), disponibilizou ferramentas de comunicação e interacção entre professores e estudantes.

No caso da disciplina em análise, o *Moodle* foi utilizado como:

- **Fonte de informação** para os estudantes sobre a disciplina e o seu funcionamento. Com este objectivo incluiu-se na plataforma:
 - Programa da disciplina;
 - Planificação da disciplina;
 - Sistema de avaliação das aprendizagens;
 - Bibliografia;

- Horários de atendimento, de cada professor;
 - Sítios na internet relacionados com a disciplina;
 - Fixação de avisos que instantaneamente eram enviados para o *e-mail* institucional de cada estudante;
 - Publicitação dos resultados das várias componentes de avaliação da disciplina.
- **Repositório de material didáctico por conteúdos.** Incluíram-se, assim:
 - Trabalhos Para Casa de Leitura;
 - Folhas Teórico-práticas;
 - Resoluções de Exercícios;
 - Guiões experimentais;
 - Exames dos anos anteriores.
 - Possibilidade dos estudantes fazerem ***uploads* dos Trabalhos Para Casa.**
 - **Fóruns de discussão** sobre:
 - Desafios propostos onde os professores davam o *feedback* aos estudantes sobre as suas participações.

A Figura 4.2 mostra a página inicial da disciplina de Física I no *Moodle*. O *Moodle* estava organizado em sete áreas diferentes.

A primeira área continha:

- Notícias, onde eram colocados avisos;
- Questionário sobre os aspectos positivos e negativos do funcionamento da disciplina;
- Funcionamento da disciplina, onde constavam documentos com informações sobre o sistema de avaliação, a bibliografia, a planificação e os objectivos e competências a serem desenvolvidas na disciplina.

A segunda área continha:

- As classificações das aulas Práticas;
- As classificações das aulas Teórico-práticas;
- Os valores das bonificações;
- Horário de atendimento dos vários professores.

A terceira área continha:

- Exames dos anos anteriores;
- Exame modelo.

Existia ainda, uma área dedicada a cada um dos tipos de aulas. Na área das aulas Teóricas, os estudantes podiam:

- consultar as folhas de leitura;
- consultar alguns exemplos de perguntas conceptuais;
- participar nos desafios propostos.

Na área das aulas Teórico-práticas, os estudantes podiam consultar:


- as várias fichas de trabalho;
- fazer os *uploads* dos seus Trabalhos Para Casa (TPC);
- o *feedback* dado pelos seus professores a esses mesmos TPC.

Na área referente às aulas Práticas, os estudantes podiam consultar:

- as fichas de trabalho com os problemas experimentais que teriam que realizar;
- guiões de trabalhos laboratoriais;

- apontamentos teóricos sobre incertezas de medida.

Finalmente, existia uma outra área com alguns sítios na internet que os estudantes podiam consultar, sobre os diferentes temas abordados na disciplina.



Mudar papel para...

Activar modo edição

Moodle-ISEP ► 2006 / 2007 ► Engenharia Civil ► Bacharelato ► FIS1
Nome de utilizador: PAULO JOSE COELHO DE OLIVEIRA pco. (Sair)

Gab. de Reprodução Documental

Envio de ficheiro para impressão

Procurar

Pessoas

Participantes

Email

Compor

Historial

Software

Site para download do **Acrobat Reader** (é necessário este programa para abrir ficheiros de extensão .pdf)

Actividades

Chats

Fóruns

Glossários

Lições

Recursos

Testes

Trabalhos

Administração

Activar modo edição

Configurações

Atribuir papéis

Notas

Grupos

Cópia de segurança

Restaurar

Importar

Reiniciar

Relatórios

Perguntas

Ficheiros

Anule a minha inscrição no Moodle em FIS1

Perfil

As minhas disciplinas

Ajuda Moodle

DEE-EC - Fundamentos da Engenharia

Electrotécnica - 1 Semestre - Diurno

Gabinete de Reprodução Documental

STING

TREE

2008 / 2009

2007 / 2008

2006 / 2007

[Todas as disciplinas ...](#)

Lista de tópicos

Notícias

Opinião sobre o funcionamento da disciplina?

Funcionamento da disciplina

LIÇÃO

1 Setembro:

Horário de dúvidas para o exame:

6/9, 5^ª, 15-17hrs (Maria Fernanda Amaral) e 17-19hrs (Igor Silva)

7/9, 6^ª, 14-16hrs (Gina Ramos)

Horário de Dúvidas para Exame

Nota Laboratório 2006/07

Nota das aulas TP

BONIFICAÇÃO

NOTAS EXAME RECURSO

Pauta Provisória Época Normal Diurno

Pauta Provisória Época Normal Nocturno

2 Exames

Exames do ano lectivo passado

Exames 06/07

3 Aulas Teóricas 06/07

Tarefas online 0506

Leituras de Física

Desafio1: participa com a tua opinião

Estação Espacial

4 Aulas Teórico-Práticas 06/07

Folhas TP

TPC1

TPC2

TPC3

TPC4

TPC5

TPC6

TPC7

TPC8

TPC 9

TPC10

Nota intercalar

5 Aulas Práticas 06/07

Problemas Experimentais

Guiões dos Trabalhos Laboratoriais

Sebenta sobre tratamentos de dados

Apontamentos "teóricos" para laboratório

6 Vamos construir um Glossário?

adiciona algo, após cada aula...

Física

7 Outros sítios interessantes

Departamento de Física

sobre vectores...

Próximos eventos

Não há eventos próximos

[Ir ao calendário...](#)

[Novo evento...](#)

Calendário

◀ Janeiro 2009 ▶

Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sab	Dom
			1	2	3	4
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30	31	

Chave de eventos

Global Disciplina

Grupo Utilizador

Procurar nos fóruns

[Pesquisa avançada ?](#)

Menu do Blog

[Adicionar novo tópico](#)

[Ver os meus tópicos](#)

[Preferências do Blog](#)

[Ver tópicos na disciplina](#)

[Ver tópicos no sítio](#)

Figura 4.2: Página inicial da disciplina de Física I no Moodle

4.4 Descrição das aulas do docente-investigador

Até aqui procedeu-se à caracterização geral da disciplina, às metodologias utilizadas, ao sistema de avaliação e classificação dos estudantes. Nesta secção pretende-se descrever quais as metodologias e procedimentos usados pelo docente-investigador, e autor deste trabalho, em cada um dos três tipos de aulas. Como fontes de recolha de informação usaram-se: a) a planificação das aulas; b) os materiais didácticos utilizados; c) as notas de campo do docente-investigador.

4.4.1 Aulas Teóricas

Como foi referido anteriormente as estratégias e instrumentos utilizados nas aulas Teóricas foram: a) utilização Trabalhos Para Casa de Leitura (TPCL); b) aprendizagem entre pares (*peer-instruction*), com utilização de perguntas conceptuais; c) fóruns de discussão no *Moodle*. Para além destas estratégias e instrumentos, no final de algumas das aulas, o docente-investigador utilizou uma estratégia denominada por ***minute paper***, ou folha de dúvidas, que consistiu em pedir aos estudantes que numa folha de papel escrevessem quais as ideias principais que retiveram da aula e/ou perguntas e/ou dúvidas que gostassem de ver respondidas. Estas folhas eram entregues ao professor, que na aula seguinte, dava o respectivo *feedback*.

Em relação aos **Trabalhos Para Casa de Leitura** (TPCL) foi seguida a metodologia prevista, ou seja, incentivou-se os estudantes a fazerem a leitura prévia das folhas de leitura e a enviar, antes da respectiva aula, um resumo das ideias principais ou uma pergunta/curiosidade sobre os assuntos abordados nestas. O *feedback* a estas perguntas/curiosidades era dado na aula seguinte durante a exposição teórica, consoante o enquadramento das mesmas nos conteúdos a leccionar.

Em relação às **perguntas conceptuais**, o professor utilizou dois tipos de perguntas conceptuais, consoante o seu objectivo, a saber: a) introdução de um tema a estudar e motivação do estudante; b) verificação de conceitos.

Na Figura 4.3 é apresentado um exemplo de uma pergunta conceptual, utilizada na aula sobre Dinâmica, que pretendia introduzir o tema das leis de Newton, neste caso a 1ª Lei.

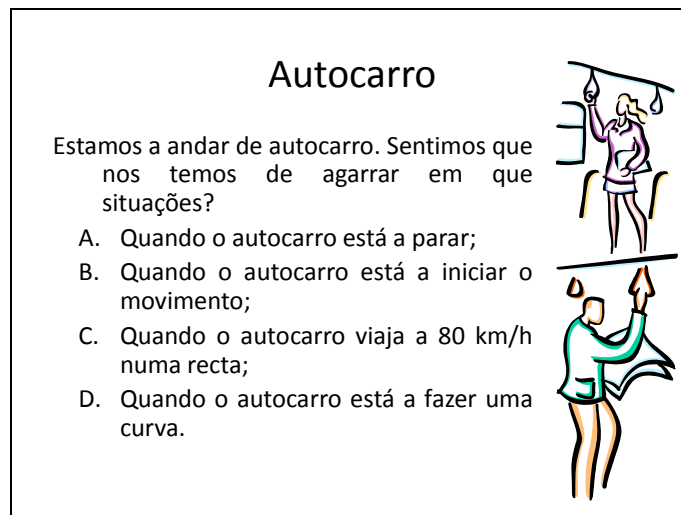


Figura 4.3: Exemplo de uma pergunta conceptual de introdução a um tema

Na Figura 4.4 é apresentada uma pergunta conceptual de verificação de conceitos, usada na aula sobre Movimento de Projécteis. Esta pergunta pretendia verificar se os estudantes tinham compreendido o conceito de movimento associado ao lançamento de projécteis.

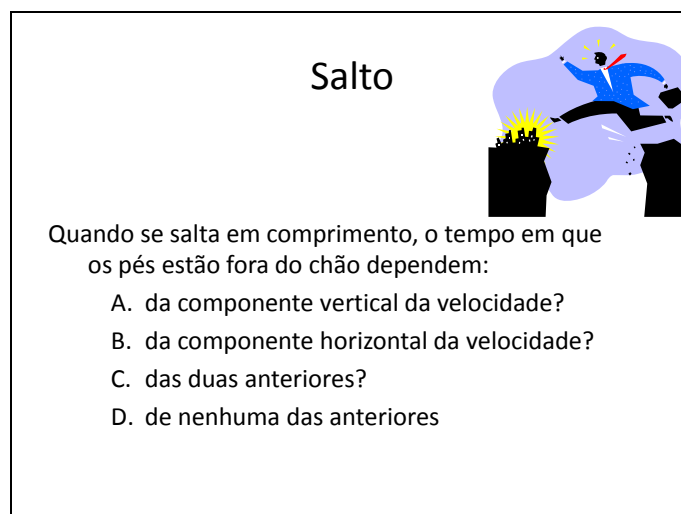
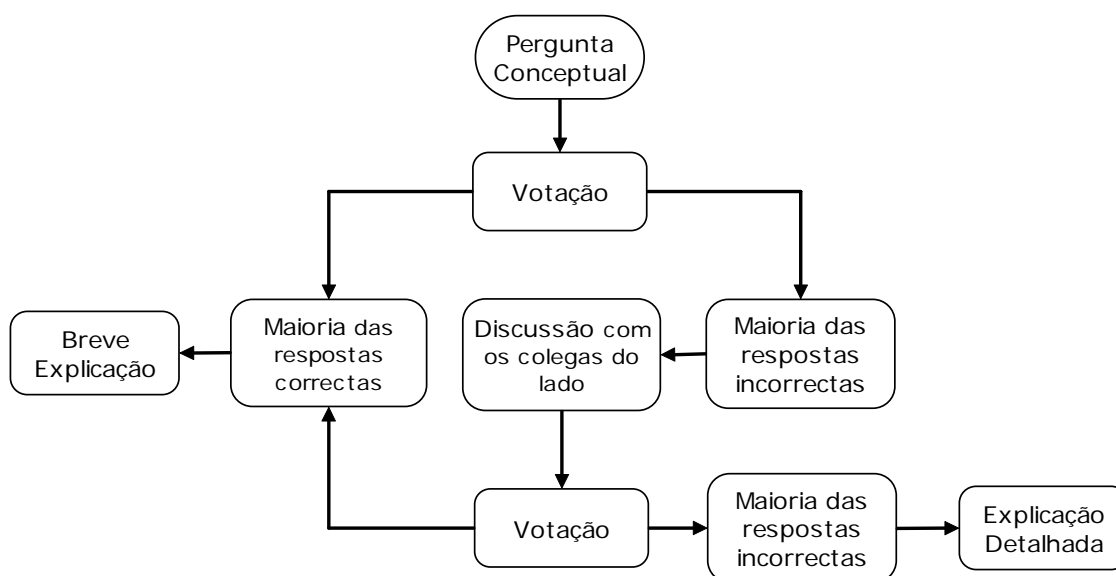


Figura 4.4: Exemplo de uma pergunta conceptual de verificação de conceitos

A utilização das perguntas conceptuais tinha um procedimento comum em todas as aulas. Assim, após a colocação da pergunta era dado cerca de 1 minuto para que os estudantes reflectissem sobre a opção que considerassem mais correcta. Depois deste tempo, procedia-se a uma votação usando cartões, identificados com as letras de A a D. Se a maioria das respostas fosse correcta, o professor dava uma breve explicação sobre os conceitos envolvidos. Caso a maior parte das respostas fosse incorrecta incentivava-se os estudantes, durante cerca de dois minutos, a discutirem com os colegas do lado as respostas dadas, de forma a justificarem as suas escolhas através da explicitação dos conceitos físicos e raciocínios utilizados. Depois, prosseguia-se com uma nova votação sobre a mesma pergunta. Se, novamente, a maioria das respostas fosse incorrecta o professor procedia a uma explicação detalhada, caso contrário fazia uma breve explicação sobre os conceitos envolvidos. O Esquema 4.1 sistematiza a utilização das perguntas conceptuais.



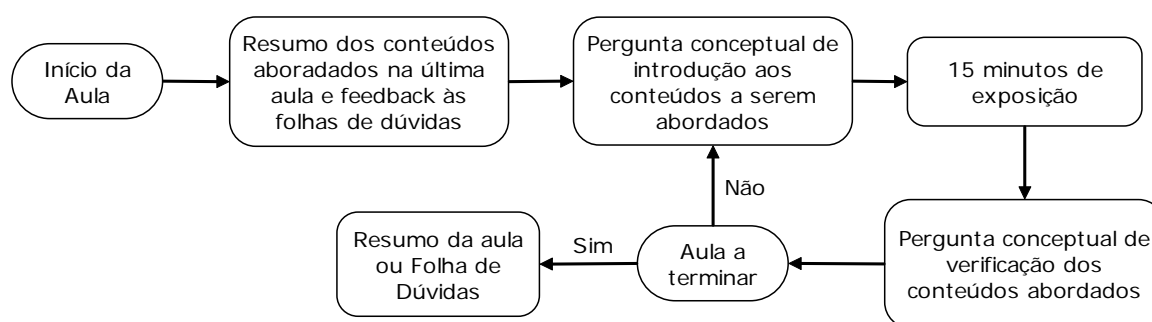
Esquema 4.1: Fluxograma explicativo do uso das perguntas conceptuais

Em termos da estrutura utilizada nas aulas Teóricas, normalmente, estas iniciavam-se com um resumo da aula anterior, realizado pelo professor, durante o qual questionava os estudantes sobre eventuais dúvidas existentes, algumas delas retiradas da análise feita às perguntas enviadas no âmbito dos TPCL.

De seguida, o professor apresentava o assunto a ser abordado na aula, colocando uma pergunta conceptual de introdução com o intuito de enquadrar e despertar nos estudantes o interesse pelo assunto a tratar. Após uma breve discussão sobre os conceitos envolvidos, a aula prosseguia com uma exposição, por parte do professor, dos conceitos mais importantes sobre os conteúdos a abordar. Esta parte expositiva da aula tinha um período máximo de 15 minutos. Após este tempo eram usadas novamente perguntas conceptuais, agora de verificação da compreensão dos conceitos abordados, seguindo-se a estrutura apresentada no Esquema 4.1 A aula prosseguia com nova exposição de conteúdos e novas perguntas conceptuais de introdução e de verificação dos mesmos. Normalmente, antes do fim da aula, o professor fazia um resumo dos conceitos mais importantes.

Em algumas aulas (cerca de 25% da totalidade das aulas Teóricas) foram utilizadas as folhas de dúvidas. O *feedback* a estas folhas de dúvidas era dado no início da aula seguinte aquando da realização do resumo. Com estas folhas, os estudantes tinham um momento de reflexão sobre os conteúdos abordados e era-lhes possibilitada uma forma diferente de interagir com o professor.

A estrutura habitual de uma aula Teórica leccionada é apresentada no Esquema 4.2.



Esquema 4.2: Estrutura das aulas Teóricas

4.4.2 Aulas Teórico-práticas

Nas aulas Teórico-práticas (TP) pretendia-se que os estudantes mobilizassem e consolidassem os conceitos e modelos físicos apresentados nas aulas Teóricas em

particular através do seu Projecto do Elevador da Física (PEF). Nestas aulas procurou-se envolver os estudantes promovendo a interacção com os colegas e por isso optou-se pelo trabalho de grupo. Para isso, na primeira aula os estudantes foram organizados em grupos de trabalho de 4 a 7 elementos, que se mantiveram até ao fim do semestre.

A aula Teórico-prática iniciava-se com a discussão, em grupo, sobre a tarefa/problema do Projecto do Elevador da Física (ver 4.5.1). O tempo definido para esta tarefa/problema era, aproximadamente, de 30 minutos. Durante este tempo o professor participava e incentivava a troca de ideias entre os elementos de cada grupo e esclarecia qualquer dúvida sobre os conceitos e modelos físicos subjacentes a cada tarefa/problema. Este tempo era ainda usado pelo professor para dar *feedback* individualizado sobre o Trabalho Para Casa (TPC) da ficha de trabalho da aula anterior, que os estudantes tinham que enviar previamente por *e-mail*.

Após estes 30 minutos, e até ao final da aula, o professor propunha aos estudantes que resolvessem, também em grupo, alguns exercícios da ficha de trabalho fornecida. À medida que os vários grupos iam resolvendo os exercícios, o professor solicitava sugestões de resolução e discutia-as com a turma. Quando se chegava ao consenso sobre a melhor forma de resolver o exercício, a resolução era feita no quadro, normalmente, pelo professor. Atendendo à relevância que o Projecto do Elevador da Física desempenha neste estudo, a sua descrição será feita em detalhe na secção 4.5.

4.4.3 Aulas Práticas

De forma semelhante às aulas Teórico-práticas, nas aulas Práticas os estudantes trabalhavam em grupo. Para as 9 primeiras semanas de aulas existiam fichas de trabalho, uma por cada aula, nas quais constavam as tarefas que deveriam ser realizadas. Na ficha de trabalho existia ainda um espaço de registo onde os estudantes faziam um relatório sumário que era entregue ao professor, para avaliação no final de cada aula. O professor dava, na semana seguinte, *feedback* a estes relatórios sumários.

No início de cada aula o professor, com o objectivo de se certificar que o trabalho tinha sido preparado, fazia a cada elemento de cada grupo, algumas perguntas orais de

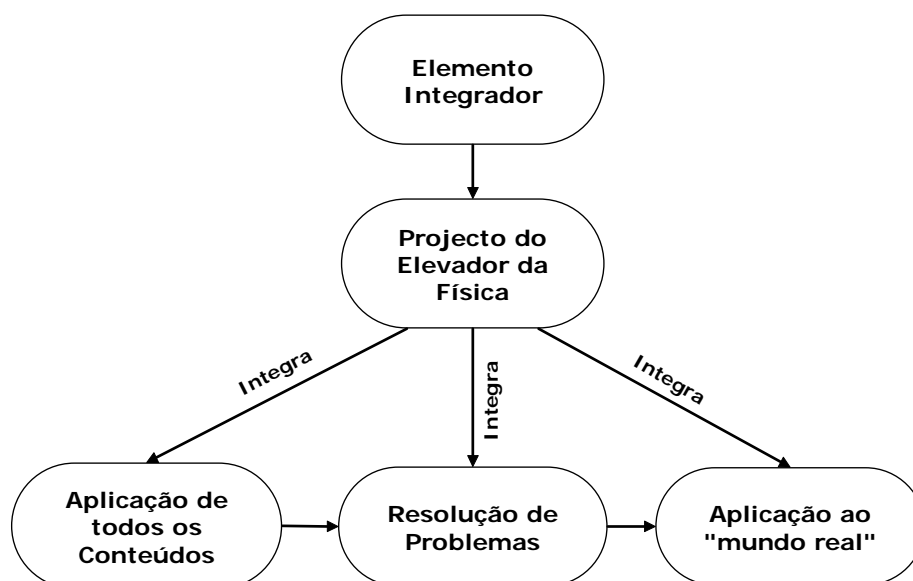
verificação dessa mesma preparação. Após este período, e caso os estudantes evidenciassem que tinham feito essa preparação, continuavam a realização das tarefas propostas na ficha de trabalho enquanto o professor acompanhava o desenrolar dos trabalhos, questionando os estudantes sobre o que faziam. No caso de os estudantes não terem preparado o trabalho convenientemente, ficariam a estudá-lo para o realizarem noutra aula.

Nas últimas 4 semanas do semestre, foi proposto aos estudantes que concebessem, planificassem e executassem uma experiência, para a determinação de uma grandeza física, para a qual tinham que escrever o guião, construir o aparato experimental, realizar a experiência e elaborar o respectivo relatório. A primeira aula desta série foi utilizada para a realização da pesquisa bibliográfica, sob orientação do professor, com o intuito dos estudantes decidirem qual a grandeza física e o aparato experimental necessário para a execução da experiência. Nas duas aulas seguintes, os estudantes deveriam trabalhar na escrita do guião e na preparação do aparato experimental. Durante este processo, o professor orientava e discutia as dúvidas que fossem surgindo. Finalmente, na última aula, os estudantes executavam a experiência e elaboravam o respectivo relatório que era posteriormente avaliado pelo professor.

4.5 Projecto do Elevador da Física

4.5.1 Descrição do projecto

O Projecto do Elevador da Física foi idealizado de forma a ser um Elemento Integrador, na medida em que, num único projecto, procurou integrar todos os conteúdos abordados, ao longo do semestre, mobilizando todos os saberes (conceptuais e de raciocínio) envolvidos na disciplina. Fê-lo, ainda, de forma a que os estudantes resolvessem um problema do “mundo real” através de actividades semanais solicitadas pelo professor. O Esquema 4.3 pretende ilustrar estas dimensões.



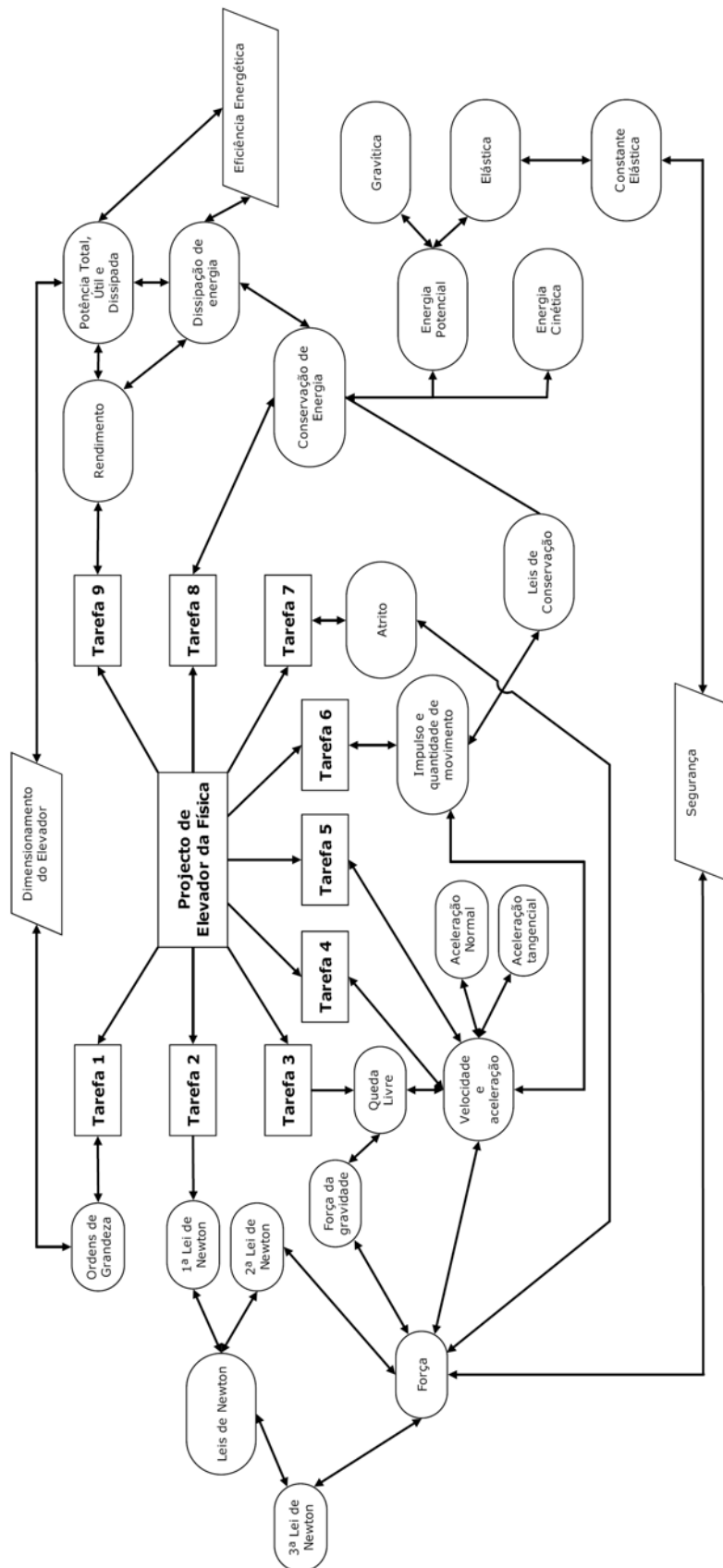
Esquema 4.3: O Projecto do Elevador da Física como Elemento Integrador

Este projecto consistiu na simulação, por parte dos estudantes, de um elevador que teria que ser dimensionado usando os princípios físicos e raciocínios físico-matemáticos abordados na disciplina. A escolha de um elevador deveu-se ao facto de ser um elemento usualmente presente no nosso dia-a-dia e que, provavelmente, os estudantes terão que abordar profissionalmente como engenheiros civis.

Este projecto desenvolveu-se através da resolução, nas aulas Teórico-práticas, de nove tarefas/problema semanais que permitiam aos estudantes dimensionar os diferentes parâmetros do elevador por eles idealizado. As tarefas/problema propostas pretendiam, por um lado, fazer a ligação entre os conteúdos leccionados nas aulas Teóricas e, por outro lado, permitir que os estudantes fizessem uma aplicação prática desses conteúdos e raciocínios, de forma a tornar estas aprendizagens mais significativas. Desta forma, pretendia-se que os estudantes se envolvessem activamente, mobilizando conhecimentos e saberes que se tornarão importantes e relevantes para o seu percurso formativo e profissional. Para a elaboração do projecto os estudantes foram organizados em grupos de 4 a 7 elementos. Conforme referido anteriormente (4.4.2) a primeira meia hora de cada uma das aulas Teórico-práticas era dedicada à discussão, por cada um dos grupos, da tarefa/problema daquela semana. Durante este período, os vários elementos do grupo procuravam delinear uma forma de resolução da actividade proposta utilizando a

informação recolhida dos seus apontamentos das aulas Teóricas e das folhas de leitura. Simultaneamente, o professor orientava os vários grupos, clarificando e mediando as discussões ocorridas no seio de cada grupo. Após este período, a continuação da resolução do problema prosseguia com trabalho autónomo por parte dos estudantes. Este trabalho poderia incluir pesquisa bibliográfica ou a conclusão das tarefas que tinham iniciado. De referir, ainda, que todas as tarefas/problema estavam interligadas, não podendo os estudantes avançar para a tarefa/problema seguinte sem que a anterior estivesse concluída. O Esquema 4.4 pretende mostrar os principais conceitos abordados pelo Projecto do Elevador da Física e a interligação entre as tarefas.

Ao longo do semestre os vários grupos deveriam entregar versões preliminares das tarefas realizadas, de forma a obterem *feedback* por parte do professor do seu desempenho. No fim do semestre, os estudantes deveriam compilar toda esta informação, elaborando um relatório do projecto que deveria incluir, também, uma auto e hetero avaliação. Aos estudantes do regime diurno pós-laboral, e para além da auto e hetero-avaliação obrigatórias, foi-lhes solicitado, ainda, uma reflexão, de carácter facultativo, sobre o Projecto do Elevador da Física. Estas reflexões poderiam ser feitas individualmente ou em grupo.



Esquema 4.4: Principais conceitos envolvidos no Projecto do Elevador da Física

4.5.2 Descrição das tarefas/problema do Projecto do Elevador da Física

Apresentam-se nesta subsecção, de um modo sumário, cada uma das nove tarefas/problema que constavam das fichas de trabalho, onde se inclui uma breve descrição dos conhecimentos e raciocínios que se pretendiam mobilizar.

4.5.2.1 Tarefa/Problema 1: Aula de 26 de Setembro de 2006

A primeira tarefa/problema apresentada aos estudantes foi: “Dimensione o elevador com que irá trabalhar ao longo do semestre, tendo em conta o número máximo de pessoas a transportar, as dimensões da cabina, o valor da velocidade máxima do elevador, o número de andares do prédio onde este irá funcionar, o pé direito médio de cada andar e massa do contrapeso. Qual a vantagem da utilização de um contrapeso. Justifique a sua resposta.”

Para a resolução desta tarefa/problema os estudantes poderiam consultar as informações contidas na ficha de trabalho, mas também lhes foi sugerido pesquisar sobre as principais características dos elevadores existentes no mercado, consoante o fim a que se destinam.

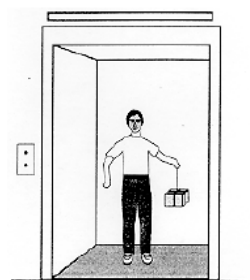
Os estudantes teriam, assim, que identificar:

- O tipo de elevador (residencial, hospitalar, de carga...);
- O número de andares do edifício e respectivo pé direito;
- O número de pessoas máximo (ou quantidade de carga máxima) a transportar;
- As dimensões da cabina;
- Os valores da velocidade e aceleração máximas;
- A massa do contrapeso;
- Eventualmente outros elementos que o grupo considerasse necessário.

Também lhes era pedido, conforme referido no enunciado, para reflectirem sobre as vantagens da existência de um contrapeso, devendo justificar a sua resposta com argumentos baseados em conhecimentos desenvolvidos na disciplina, nomeadamente, o sistema de forças existente num elevador e o conceito de força resultante.

4.5.2.2 Tarefa/Problema 2: Aula de 3 de Outubro de 2006

A segunda tarefa/problema proposta foi: “Uma pessoa entra num elevador carregando uma caixa pendurada por um fio muito frágil, como mostra a figura. O elevador sai a meio do edifício, podendo mover-se, logicamente, para cima ou para baixo.



Discuta em que situação o fio poderá partir (quando este inicia o movimento ascendente ou descendente, quando pára, ou ainda quando está em movimento uniforme). Discuta ainda estes movimentos à luz da 1ª lei de Newton.”

Nesta tarefa/problema pretendia-se que os estudantes mobilizassem os seus conhecimentos sobre a 1ª Lei de Newton ou lei de inércia e com ela procurassem explicar em que situações esperavam a ruptura do fio.

4.5.2.3 Tarefa/Problema 3: Aula de 10 de Outubro de 2006

A tarefa/problema 3 apresentada aos estudantes foi: “De acordo com o número de andares do prédio onde irá funcionar o vosso elevador idealizado, calcule quais os valores da velocidade máxima e mínima que o elevador poderá atingir se cair em queda livre. Discuta que aproximações terão de ser feitas para considerar essa situação.”

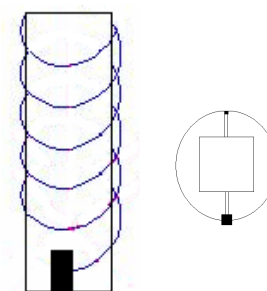


Com esta tarefa/problema pretendia-se que os estudantes mobilizassem conhecimentos sobre queda livre. No que respeita às aproximações pretendia-se que os

estudantes referissem que desprezavam o atrito do ar, e que compreendessem que este é um factor importante de amortecimento, principalmente quando o movimento ocorre num fosso fechado. Também poderiam referir que desprezavam o atrito entre as guias verticais e o elevador. Para a resolução desta tarefa/problema, os estudantes deveriam ainda usar os parâmetros do edifício definidos na primeira tarefa/problema apresentada.

4.5.2.4 Tarefa/problema 4: Aula de 24 de Outubro de 2006

A tarefa/problema 4 tinha como enunciado o seguinte: "Imagine que no prédio que já idealizou existe um elevador exterior ao mesmo, percorrendo uma trajectória helicoidal. Esta é dimensionada de tal forma que em cada meia volta sobe ou desce um andar. Os desenhos ao lado tentam exemplificar o descrito, sendo o da esquerda uma vista lateral e o da direita uma vista de cima.



Diga qual a diferença entre aceleração tangencial e normal e quando é que estas são nulas. Calcule-as quando o não forem. Faça as considerações necessárias."

O objectivo desta tarefa/problema era fazer com que os estudantes reflectissem sobre o conceito da aceleração nas suas componentes tangencial e normal. Deveriam, ainda, evidenciar a compreensão que um movimento helicoidal é um movimento circular associado com uma translação e, assim, utilizar correctamente as respectivas equações.

4.5.2.5 Tarefa/Problema 5: Aula de 31 de Outubro de 2006

A tarefa/problema 5 proposta aos estudantes foi: "Para medir o valor da aceleração de um elevador pode-se utilizar, preso ao tecto, um dinamómetro no qual esta suspenso um bloco. Com o elevador parado mede-se o peso do bloco efectuando uma leitura directa no



dinamómetro. Em seguida, com o elevador em movimento, faz-se uma nova leitura no dinamómetro. Preencha, justificando, a tabela dos resultados obtidos que abaixo se apresenta. Para o preenchimento da tabela use o valor da aceleração do vosso elevador, bem como o valor da aceleração da gravidade de 10 ms^{-2} .”

Situação Observada	Leitura do Dinamómetro
Elevador em Repouso	200 N
Elevador em Mov. Acelerado Ascendente	
Elevador em Movimento Uniforme	
Elevador em Mov. Acelerado Descendente	
?	0

Para solucionarem esta tarefa/problema os estudantes deveriam recorrer ao que fizeram na tarefa/problema 2 e utilizar agora a 2ª Lei de Newton. Deveriam, ainda, consultar a resolução da tarefa/problema 1 para usarem o valor da aceleração do elevador aí definida.

4.5.2.6 Tarefa/Problema 6: Aula de 7 de Novembro de 2006

A sexta tarefa/problema proposta aos estudantes foi: “Na tarefa/problema 3 determinou dois valores de velocidades (um máximo e outro mínimo) para a queda livre do elevador. Considere-os e determine qual a intensidade da força média (para estas duas situações) do impacto da cabina no chão. Determine também qual a intensidade da força média a que uma pessoa ficaria sujeita. Faça as considerações necessárias para a modelização do problema.”

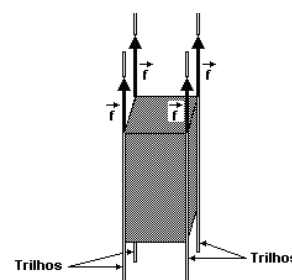


Os estudantes deveriam identificar esta tarefa/problema como uma colisão. Para o cálculo da intensidade da força média deveriam usar o princípio do impulso e da quantidade de movimento. Para isso, deveriam estimar o tempo da colisão recorrendo a uma pesquisa (na internet, por exemplo) e consultar a resolução da tarefa/problema 3 para terem acesso aos valores das velocidades imediatamente antes do impacto com o

chão. Depois de estimarem a intensidade da força média deveriam usar a 2ª lei de Newton para determinar o valor da aceleração média que a cabina e as pessoas ficariam sujeitas (não deveriam esquecer que a força média a que as pessoas estão sujeitas não é a mesma força média a que a cabina está sujeita, mas que o valor da aceleração é igual para as duas). Para o cálculo da aceleração média necessitavam de consultar a resolução da tarefa/problema 1 para saberem a massa da cabina e estimar a massa das pessoas dentro dela no momento do impacto. Finalmente, deveriam calcular a intensidade da força média a que cada pessoa ficaria sujeita.

4.5.2.7 Tarefa/Problema 7: Aula de 28 de Novembro de 2006

O enunciado da tarefa/problema 7 foi “Na tarefa/problema anterior verificou-se que os valores das intensidades das forças envolvidas no caso do impacto de um elevador em queda livre são enormes. Daí, estes dispõem de alguns dispositivos de segurança. Assim, se os cabos de um elevador se romperem, os travões de emergência são accionados contra trilhos laterais,



de modo a que esses passem a exercer, sobre o elevador, quatro forças verticais constantes e iguais a \vec{f} , como indicado na figura. Considere $g = 10\text{m/s}^2$.

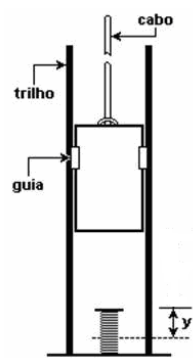
Dimensione qual deve ser o valor da intensidade da força que os travões devem exercer para que o elevador desça com velocidade constante (qual deve ser o tempo de resposta para que a velocidade de queda permita a sobrevivência das pessoas dentro do elevador). E se quisermos que o elevador se imobilize, qual deve ser o valor da intensidade da força exercida pelo sistema mecânico de travagem?”

Para a resolução desta tarefa/problema os estudantes deveriam mobilizar novamente os seus conhecimentos sobre a 2ª lei de Newton, representar o sistema de forças para esta situação e calcular o tempo de resposta do sistema de travagem para que o valor da velocidade máxima não fosse ultrapassado. Deveriam ainda, compreender que a força resistente é o atrito (que neste caso é uma força vertical). Poderiam usar os valores de

coeficiente de atrito indicados na ficha de trabalho ou procurar os que mais se adaptassem à situação do seu elevador. Deveriam, também, distinguir os conceitos de atrito cinético e estático. Finalmente, deveriam procurar saber qual o valor da velocidade máxima de impacto que garantisse a sobrevivência dos passageiros do elevador que é, em regra, igual ao valor da sua velocidade de cruzeiro.

4.5.2.8 Tarefa/Problema 8: Aula de 5 de Dezembro de 2006

A tarefa/problema 8 tinha como enunciado o seguinte: “Na tarefa/problema anterior calculou o valor da intensidade da força e o tempo de resposta do sistema mecânico de travagem do elevador para que este, em caso de ruptura dos cabos, descesse com um valor de velocidade constante e igual ao valor de velocidade máxima escolhida. Outro sistema de segurança associado ao anterior é uma (na realidade são 4...) mola para amortecer o impacto da queda “controlada”. Sabendo que o poço do elevador tem cerca de 0,8 metro de altura, dimensione qual deverá ser o valor da constante elástica da mola para que esta satisfaça os requisitos para a qual foi feita. Calcule agora o tempo de colisão e o respectivo valor de aceleração. Comente os resultados obtidos.”



Os estudantes deveriam, novamente, relembrar a tarefa/problema anterior, em que o elevador descia com velocidade constante e igual ao valor por eles estipulado como sendo a velocidade de cruzeiro. Deveriam compreender que, nestas condições poderiam aplicar o princípio da conservação de energia mecânica em que apenas há transformação da energia cinética em energia potencial elástica. Deveriam compreender, ainda, que este sistema é equivalente ao de um corpo que se move com velocidade constante numa superfície horizontal sem atrito até colidir com uma mola. Os estudantes também deveriam dimensionar o valor máximo de deformação da mola e, assim, calcular o valor da constante elástica. Finalmente, deveriam calcular o valor da intensidade da força média, o respectivo valor de aceleração médio e o tempo de colisão. Nos comentários,

para além destas considerações poderiam comparar este tempo de colisão e os valores das acelerações envolvidos com os valores estimados na tarefa/problema 6, verificar que estes são muito menores, o que implica uma transferência de energia muito mais lenta sendo, por isso, o choque menos violento.

4.5.2.9 Tarefa/Problema 9: Aula de 12 de Dezembro de 2006

Finalmente, a tarefa/problema 9 tinha como enunciado: “Agora será a altura de dimensionar qual deve ser a potência do motor. Calcule-a, fazendo as considerações que ache necessárias.

Compare o valor obtido com os seguintes valores de referência (para um valor de velocidade de 1 ms^{-1}).

Passageiros	Potência do motor (kW)
4	4
6	4 -5
8	4 -5

Qual o rendimento do motor? Aonde dissipará este a energia?”

Os estudantes deveriam calcular o valor da potência do motor necessário para assegurar o movimento deste com velocidade constante e igual ao valor da velocidade de cruzeiro. Para isso, deveriam compreender quais as forças envolvidas. O resultado deveria ser comparado com algum dos da tabela do enunciado da tarefa/problema, ou caso a realidade do elevador dimensionado por eles fosse diferente, deveriam procurar valores característicos. No entanto, o resultado obtido deveria ser da ordem dos 50% da potência nominal e os estudantes deveriam reconhecer a existência de dissipadores de energia para justificar este resultado.

5 Análise dos resultados

Neste capítulo descrevem-se e discutem-se os resultados do estudo empírico realizado. Estes resultados foram obtidos através: a) da aplicação de um questionário a estudantes da disciplina (5.1); b) da realização de entrevistas a estudantes da disciplina (5.2); c) da análise dos relatórios finais do Projecto do Elevador da Física (5.3); d) da análise das classificações finais (5.4). Por fim, na secção 5.5 faz-se a triangulação dos resultados.

5.1 Análise do questionário aplicado aos estudantes no final do semestre

Nesta secção analisam-se as respostas dos estudantes obtidas a partir do questionário (Anexo 2) sobre as estratégias implementadas na disciplina de Física I no ano lectivo 2006/2007.

5.1.1 Caracterização da amostra

O questionário foi aplicado a uma amostra de 81 estudantes, sendo 51 (63,0%) do regime diurno (RD) e 30 (37,0%) do regime diurno pós-laboral (RPL).

As idades dos estudantes da amostra estavam compreendidas entre os 18 e os 54 anos, sendo que 80,0% dos estudantes tinham idades entre os 18 e os 30 anos. O género predominante era o masculino com 80,0% de incidência. Dos estudantes inquiridos, 72,0% ingressaram no ISEP no ano lectivo 2006/2007 e 79,0% frequentaram pela primeira vez a disciplina nesse ano.

No que respeita aos estudantes do regime diurno as idades dos estudantes estavam compreendidas entre os 18 e 25 anos, sendo que, 80,0% delas se encontrava entre os 18 e os 20 anos. Estes estudantes eram maioritariamente do género masculino (67,0% da amostra) e a maioria (85,0%) ingressou no ISEP no ano lectivo 2006/2007, estando 86,0% a frequentar a disciplina pela primeira vez. Relativamente aos estudantes do regime

diurno pós-laboral, pode-se constatar que as idades eram muito mais heterogêneas, estando compreendidas entre os 19 e os 54 anos, sendo que 80,0% destas estavam compreendidas entre os 19 e os 40 anos. Em relação ao género, também aqui se tinha uma maioria do sexo masculino (80,0%). De referir que, apenas, 50,0% dos estudantes inquiridos ingressou no ISEP no ano lectivo 2006/2007 e que 66,0% estavam a frequentar a disciplina pela primeira vez. Assim, verifica-se uma maior percentagem de estudantes das turmas do docente-investigador a repetir a frequência da disciplina.

5.1.2 Opinião dos estudantes sobre as estratégias de ensino e aprendizagem da disciplina.

Conforme se referiu anteriormente (ver 4.2.4), implementaram-se diferentes estratégias nos vários tipos de aulas da disciplina, tendo uma delas sido desenvolvida com o suporte da plataforma *Moodle*. Por essa razão, a análise agora apresentada será dividida em quatro secções: a) opinião dos estudantes sobre as aulas Teóricas (T); b) opinião dos estudantes sobre as aulas Teórico-práticas (TP); c) opinião dos estudantes sobre as aulas Práticas (P); d) opinião dos estudantes sobre o recurso à plataforma *Moodle*.

5.1.2.1 Opinião dos estudantes sobre as aulas Teóricas

A primeira questão colocada aos estudantes foi com que assiduidade iam às aulas Teóricas. Das respostas obtidas pode-se afirmar que, em ambos os regimes, mais de 50% dos estudantes inquiridos afirmaram ter frequentado mais de 75% das aulas. No entanto, existe uma diferença de cerca de 15% nas respostas. Os estudantes do regime diurno pós-laboral afirmaram ter frequentado mais as aulas Teóricas que os do regime diurno (72,4% contra 56,9%).

A frequência de assistência às aulas Teóricas referida torna os resultados mais credíveis.

A Tabela 5.1 sumariza os resultados, apresentando-os para o total de estudantes, para os estudantes do regime diurno (RD) e para os do regime diurno pós-laboral (RPL). Indica-se, ainda, a média (μ) das respostas dadas e o respectivo desvio padrão (σ). Na última linha é apresentada a média do conjunto das respostas relacionadas com as aulas Teóricas.

Tabela 5.1: Resultado das respostas às perguntas relacionadas com as aulas Teóricas

Pergunta	Regime	Média (μ)	Desvio padrão (σ)
1. Em que medida as perguntas conceptuais feitas no decorrer da aula o motivam?	Total	3,66	0,780
	RD	3,38	0,640
	RPL	4,19	0,750
2. Os debates e as discussões ocorridas nas aulas ajudam-na na sua aprendizagem?	Total	3,96	0,711
	RD	3,77	0,722
	RPL	4,31	0,549
3. Gosta mais deste tipo de aulas do que as aulas tradicionais, ou seja apenas exposição de conteúdos pelo professor?	Total	3,91	1,036
	RD	3,71	1,071
	RPL	4,27	0,874
4. As aulas Teóricas são eficazes no sentido de o auxiliar na aprendizagem da disciplina?	Total	3,93	0,764
	RD	3,75	0,786
	RPL	4,27	0,604
5. O sistema de bonificação adoptado motiva-o a ir e a participar nas aulas?	Total	3,73	0,955
	RD	3,44	0,943
	RPL	4,27	0,724
Média das respostas anteriores.	Total	3,84	0,849
	RD	3,61	0,832
	RPL	4,26	0,700

Da análise da Tabela 5.1 pode-se afirmar as que as estratégias implementadas, nas aulas Teóricas, tiveram boa aceitação por parte dos estudantes, visto que, a média das cinco respostas às perguntas formuladas sobre as aulas Teóricas é de 3,84. Este valor está acima do valor neutro da escala (3), o que por si só atesta a opinião positiva dos estudantes respondentes face às estratégias implementadas. É de referir também, que o valor médio dos desvios padrões é de 0,849. Este valor é baixo e traduz um intervalo de confiança a 95% de 0,18 em torno do valor médio (3,83 \pm 0,18).

Verificam-se, no entanto, diferenças entre as opiniões dos estudantes do regime diurno e os do regime diurno pós-laboral. Da análise da Tabela 5.1 pode-se dizer que as estratégias implementadas parecem ter sido mais importantes para os estudantes do

regime diurno pós-laboral, uma vez que a média das respostas dadas por eles é superior à média das respostas dadas pelos estudantes do regime diurno (4,26 contra 3,61). Também é importante referir que a dispersão das respostas é menor para os estudantes do regime diurno pós-laboral do que para os do regime diurno, uma vez que tem um desvio padrão menor (0,700 contra 0,832).

Uma forma alternativa de analisar as respostas dadas pelos estudantes é ver a sua distribuição na escala de *Likert*. A Tabela 5.2 mostra a percentagem de respostas de nível 1 e 2, 3 (valor neutro da escala) e 4 e 5 da escala de *Likert* para todos os estudantes respondentes e em função do tipo de regime frequentado. Agruparam-se os níveis 1 e 2 pois, estando abaixo do valor neutro, equivalem ao desagrado por parte dos estudantes. Agruparam-se, também, os níveis 4 e 5 que, estando acima do valor neutro, equivalem ao agrado por parte dos estudantes.

Tabela 5.2: Percentagem de respostas do total de estudantes e dos dois regimes (RD e RPL), correspondentes aos níveis 1 e 2, 3, 4 e 5 da escala de *Likert*, relativamente às aulas Teóricas

Pergunta	Regime	Escala de <i>Likert</i> - % das respostas		
		1 e 2	3	4 e 5
1. Em que medida as perguntas conceptuais feitas no decorrer da aula o motivam?	Total	4,1	40,5	55,4
	RD	6,3	52,0	41,7
	RPL	0,0	19,2	80,8
2. Os debates e as discussões ocorridas nas aulas ajudam-no na sua aprendizagem?	Total	2,7	18,9	78,4
	RD	4,2	27,0	68,8
	RPL	0,0	3,8	96,2
3. Gosta mais deste tipo de aulas do que as aulas tradicionais, ou seja apenas exposição de conteúdos pelo professor?	Total	9,5	21,6	68,9
	RD	12,5	25,0	62,5
	RPL	3,8	15,4	80,8
4. As aulas Teóricas são eficazes no sentido de o auxiliar na aprendizagem da disciplina?	Total	4,1	20,2	75,7
	RD	6,3	27,0	66,7
	RPL	0,0	7,7	92,3
5. O sistema de bonificação adoptado motiva-o a ir e a participar nas aulas?	Total	13,5	21,6	64,9
	RD	20,8	25,0	54,2
	RPL	0,0	15,4	84,6

Analisando as respostas à pergunta 1 pode-se constatar que os estudantes, de uma forma geral, sentiram-se motivados com a utilização das perguntas conceptuais nas aulas Teóricas (55,4%). Analisando estas respostas em termos de regime de estudantes, verifica-se que existem diferenças assinaláveis. Apenas 41,7 % dos estudantes do regime

diurno consideraram as perguntas conceptuais motivadoras, tendo a maioria, 52,0% optado pelo nível neutro da escala (nível 3). Em contrapartida, 80,8% dos estudantes do regime diurno pós-laboral consideraram a utilização das perguntas conceptuais como um elemento motivador das aulas Teóricas. Saliente-se que, para estes estudantes, não houve nenhuma resposta nos níveis 1 e 2.

Analisando as respostas à pergunta 2 pode-se verificar que os debates e as discussões ocorridos nas aulas foi a estratégia que os estudantes consideraram com maior sucesso (78,4%). De salientar que, esta estratégia foi considerada pela maioria dos estudantes do regime diurno pós-laboral muito importante para a sua aprendizagem visto que 96,2% concentraram as suas respostas nos níveis 4 e 5 e não houve qualquer resposta nos níveis 1 e 2. Também será importante referir que esta estratégia foi considerada a mais importante para os estudantes do regime diurno, pois é a que tem maior percentagem de respostas nos níveis 4 e 5 (68,8%) e a menor percentagem de respostas nos níveis 1 e 2 (apenas 4,2%).

As respostas à pergunta 3 permitem constatar que os estudantes preferiram este tipo de aulas às aulas “tradicionais” (68,9%). Mais uma vez verificam-se diferenças entre os dois regimes, sendo os estudantes do regime diurno pós-laboral os que mostraram maior receptividade a este tipo de aulas (80,8% contra 62,5%).

Analisando as respostas à pergunta 4 verifica-se que os estudantes consideraram as aulas Teóricas úteis para a sua aprendizagem (75,7%). Deve-se salientar que para o regime diurno pós-laboral não houve estudantes a responderem nos níveis 1 e 2, havendo 92,3% a responderem nos níveis 4 e 5 da escala de *Likert*. No que respeita aos estudantes do regime diurno, 66,7% dos estudantes consideraram as aulas Teóricas importantes para a aprendizagem da disciplina e apenas 6,3% responderam nos níveis 1 e 2 da escala de *Likert*.

Finalmente, da análise das respostas à pergunta 5, pode-se constatar que o sistema de bonificação implementado nas aulas Teóricas foi importante para participação dos estudantes (68,6%). Mais uma vez, os estudantes do regime diurno pós-laboral consideraram o sistema de bonificação bem mais apelativo que os do regime diurno (84,6% contra 54,2%).

Relativamente às aulas Teóricas, foi feita uma pergunta de resposta aberta com o objectivo dos estudantes sugerirem melhorias para as mesmas. As respostas dadas foram analisadas criando-se cinco categorias de resposta. Assim, para as 32 respostas dadas pelos estudantes (16 do regime diurno e 16 do regime diurno pós-laboral) as categorias de resposta são as apresentadas na Tabela 5.3:

Tabela 5.3: Categorias de resposta à pergunta aberta sobre as aulas Teóricas

Categoria de Análise	Número de estudantes RD	Número de estudantes RPL
Mais tempo de aulas	2	3
Dar as perguntas conceptuais das aulas	2	2
Resolução de exercícios no quadro	3	3
Explicar melhor dando exemplos no quadro	3	0
Maior interacção com a professor/estudante	2	0
Outra	4	8
Total	16	16

Da análise da Tabela 5.3 pode-se concluir que, em ambos os regimes, os estudantes foram de opinião que para melhorar as aulas Teóricas deveriam ter acesso às perguntas conceptuais e que, também, deveriam ser resolvidos exercícios. Outra sugestão foi a do aumento da carga horária. Estudantes do regime diurno foram de opinião que para melhor compreensão dos conteúdos seria necessário haver uma melhor explicação, usando o quadro e a utilização de outros exemplos. Estes referiram também que devia haver maior interacção professor-estudante. Existem 12 sugestões (4 do regime diurno e 8 do regime diurno pós-laboral) que foram agrupadas numa categoria designada por “outra”. Estas sugestões foram feitas uma única vez e portanto não se acharam representativas. A título de exemplo, os estudantes do regime diurno pós-laboral sugeriram fazer apresentações de trabalhos individuais e formarem grupos de debate. Os estudantes do regime diurno afirmaram, por exemplo, que deveriam poder votar através de um dispositivo electrónico e ter mais tempo para cada conceito.

5.1.2.2 Opinião dos estudantes sobre as aulas Teórico-práticas

Analogamente ao anteriormente referido, foi perguntado aos estudantes com que frequência foram às aulas Teórico-práticas. Das respostas obtidas constata-se que, em

ambos os regimes, mais de 90% dos estudantes inquiridos afirmaram ter frequentado mais de 75% das aulas. Analisando as respostas em termos de regime de estudantes, diurno e diurno pós-laboral, pode-se constatar que os valores são muito próximos (96,1% e 93,4%, respectivamente).

A Tabela 5.4 mostra os resultados obtidos, apresentando-os para o total de estudantes, para os estudantes do regime diurno (RD) e do regime diurno pós-laboral (RPL), mostrando a média (μ) das respostas dadas e o respectivo desvio padrão (σ). Na última linha é apresentada a média do conjunto das respostas relacionadas com as aulas Teórico-práticas.

Tabela 5.4: Resultado das respostas às perguntas relacionadas com as aulas Teórico-práticas

Pergunta	Regime	Média (μ)	Desvio padrão (σ)
6. Os Trabalhos Para Casa são úteis para a sua aprendizagem?	Total	3,57	0,907
	RD	3,25	0,868
	RPL	4,10	0,712
7. Os comentários feitos pelo professor aos TPC's são importantes para esclarecer as suas dificuldades?	Total	3,53	1,292
	RD	3,00	1,294
	RPL	4,40	0,675
8. As discussões feitas em grupo sobre os enunciados fornecidos são úteis na aprendizagem?	Total	3,70	0,872
	RD	3,47	0,880
	RPL	4,10	0,712
9. Prefere este tipo de aulas às aulas tradicionais, ou seja, o professor resolver exercícios?	Total	3,43	1,220
	RD	3,02	1,078
	RPL	4,10	1,155
10. A avaliação realizada nestas aulas motiva-o a participar activamente?	Total	3,41	1,007
	RD	2,98	0,878
	RPL	4,10	0,803
Média das respostas anteriores	Total	3,53	1,060
	RD	3,14	1,000
	RPL	4,16	0,811

Da análise da Tabela 5.4 pode-se constatar que as estratégias usadas nas aulas Teórico-práticas tiveram boa aceitação por parte dos estudantes, visto que a média das cinco respostas às perguntas formuladas sobre as aulas Teórico-práticas é de 3,53. Este valor está acima do valor neutro da escala (3), o que por si só atesta a opinião positiva dos respondentes face às estratégias utilizadas. É de referir também que o valor médio dos

desvios padrões é de 1,060. Este valor implica um intervalo de confiança a 95% de 0,23 em torno do valor médio ($3,53 \pm 0,23$).

No entanto, existem diferenças nas opiniões dos estudantes do regime diurno e as do regime diurno pós-laboral. As estratégias usadas parecem ter sido mais importantes para os estudantes do regime diurno pós-laboral, uma vez que a média das respostas dadas por eles é consideravelmente superior à dos estudantes do regime diurno (4,16 contra 3,14). Também é importante referir que a dispersão das respostas é menor para os estudantes do regime diurno pós-laboral do que para o regime diurno, pois apresentam um menor desvio padrão (0,811 contra 1,000). O facto de haver vários professores envolvidos no regime diurno pode explicar esta diferença.

Mais uma vez passa-se a analisar as respostas dadas pelos estudantes pela sua distribuição na escala de *Likert*. A Tabela 5.5 mostra a percentagem de respostas dos níveis 1 e 2, 3 (valor neutro da escala) e 4 e 5 da escala de *Likert* para todos os estudantes, para os estudantes do regime diurno e os do regime diurno pós-laboral. De modo análogo ao feito na subsecção anterior agruparam-se as respostas nos níveis 1 e 2, e nos níveis 4 e 5.

Tabela 5.5: Percentagem de respostas do total de estudantes e dos dois regimes (RD e RPL), correspondentes aos níveis 1 e 2, 3, 4 e 5 da escala de *Likert*, relativamente às aulas Teórico-práticas

Pergunta	Regime	Escala de <i>Likert</i> - % das respostas		
		1 e 2	3	4 e 5
6. Os Trabalhos Para Casa são úteis para a sua aprendizagem?	Total	11,1	34,6	54,3
	RD	17,7	43,1	39,2
	RPL	0,0	20,0	80,0
7. Os comentários feitos pelo professor aos TPC são importantes para esclarecer as suas dificuldades?	Total	22,5	20,0	57,5
	RD	36,0	26,0	38,0
	RPL	0,0	10,0	90,0
8. As discussões feitas em grupo sobre os enunciados fornecidos são úteis na aprendizagem?	Total	7,4	30,9	61,7
	RD	11,7	37,3	51,0
	RPL	0,0	20,0	80,0
9. Prefere este tipo de aulas às aulas tradicionais, ou seja, o professor resolver exercícios?	Total	21,3	28,7	50,0
	RD	28,0	40,0	32,0
	RPL	10,0	10,0	80,0
10. A avaliação realizada nestas aulas motiva-o a participar activamente?	Total	15,2	40,5	44,3
	RD	24,5	49,0	26,5
	RPL	0,0	26,7	73,3

Analisando as respostas às perguntas 6 e 7 pode-se verificar que os estudantes consideraram os Trabalhos Para Casa (TPC) e os respectivos comentários feitos pelo professor importantes para a sua aprendizagem (54,3% e 57,5%, respectivamente). No entanto, em relação à pergunta 6, apenas 39,2% dos estudantes do regime diurno responderam nos níveis 4 e 5 da escala de *Likert* (é de notar que a maior parte deles, 43,1%, escolhe o valor neutro, da escala, o que poderá indicar indecisão na sua opinião em relação a esta questão). Relativamente à pergunta 7, apenas 38% dos estudantes do regime diurno consideraram importante o *feedback* dado pelo professor. Saliente-se que 36,0% destes estudantes classificou esta estratégia com os níveis 1 e 2 da escala de *Likert*, o que demonstra que há um número considerável de estudantes com a opinião de que o *feedback* dado pelo professor aos TPC não foi importante para a sua aprendizagem nem para ultrapassar as suas dificuldades. Por outro lado, 80,0% dos estudantes do regime diurno pós-laboral foram de opinião que os TPC eram importantes para a sua aprendizagem, bem como o *feedback* dado pelo professor (90,0%). É de referir que, nestas perguntas nenhum dos estudantes do regime diurno pós-laboral respondeu nos níveis 1 e 2 da escala de *Likert*, o que demonstra a importância destas estratégias junto deles.

No que respeita às respostas à pergunta 8 pode-se verificar que o trabalho de grupo, e as consequentes discussões, foram importantes para a aprendizagem dos estudantes (61,7%). Na verdade, para os estudantes do regime diurno, esta é a única estratégia que foi implementada nas aulas Teórico-práticas que teve mais de 50,0% dos estudantes a optarem pelos níveis 4 e 5 da escala de *Likert* (51,0%). No caso do regime diurno pós-laboral, 80,0% dos estudantes consideraram importantes para a sua aprendizagem as discussões feitas em grupo.

Quando os estudantes foram questionados sobre se gostaram mais deste tipo de aulas ou das “tradicionais”, em que o professor apenas resolve exercícios no quadro, 50,0% dos estudantes disseram preferir as primeiras. No entanto, note-se que, 28,7% dos estudantes responderam no nível 3 da escala *Likert*, o que pode mostrar indecisão face ao questionado. Novamente, os estudantes do regime diurno foram menos receptivos ao tipo de aulas implementadas, apenas 32,0% responderam nos níveis 4 e 5 da escala de

Likert e 40,0% no nível 3. No caso dos estudantes do regime diurno pós-laboral, 80,0% deles preferiram estas aulas.

Finalmente, quando inquiridos sobre o sistema de avaliação vigente nas aulas Teórico-práticas, 44,3% dos estudantes afirmaram que este é potenciador de participação nas mesmas. É de referir que, mais uma vez, 40,5% dos estudantes responderam no nível 3 da escala de *Likert* o que poderá indicar que não tiveram opinião sobre o que lhes era perguntado. Esta percentagem deve-se essencialmente aos estudantes do regime diurno, visto que 49,0% deles responderam no nível 3 da escala de *Likert*, e os restantes distribuíram-se quase equitativamente pelos níveis 1 e 2 e 4 e 5 da escala de *Likert* (24,5% e 26,5%, respectivamente). No que respeita aos estudantes do regime diurno pós-laboral, 73,3% destes foram de opinião que o sistema de avaliação implementado é um factor motivador de participação nas aulas. Note-se que nenhum destes estudantes respondeu nos níveis 1 e 2 da escala de *Likert*. Um dos resultados que tem emergido da análise feita é a diferença considerável das respostas dos estudantes dos dois regimes. O facto de diferentes professores estarem envolvidos nas mesmas pode explicar essas diferenças.

À semelhança do que foi feito na secção sobre as aulas Teóricas, foi pedido aos estudantes que apresentassem, pelo menos, uma sugestão para melhorarem as aulas Teórico-práticas. No total, responderam 51 estudantes, 34 do regime diurno e 16 do regime diurno pós-laboral. A primeira consideração a fazer é que os estudantes, de uma forma geral, mostraram-se mais interessados em fazer sugestões/comentários sobre as aulas Teórico-práticas do que para as aulas Teóricas (50 participações contra 32), em particular os 34 estudantes de regime diurno que contribuíram com 38 sugestões contrapondo com as 16 contribuições para as aulas Teóricas. As 51 respostas dadas pelos estudantes foram categorizadas como mostra a Tabela 5.6:

Tabela 5.6: Categorias de resposta à pergunta aberta das aulas Teórico-práticas

Categoria de Análise	Número de estudantes RD	Número de estudantes RPL
Resolver exercícios com explicação pelo docente	15	0
Professor mais qualificado	5	0
Maior interacção professor-estudante	11	0
Grupos mais pequenos	2	0
Outro projecto sem ser o do elevador	3	1
Mais exercícios	0	4
Menos estudantes por turma	0	3
Outra	2	8
Total	38	16

Da análise da Tabela 5.6 pode-se constatar que existem claras diferenças entre as sugestões dadas pelos dois regimes de estudantes. Os estudantes do regime diurno acharam que o professor deveria explicar e resolver os exercícios. Também referiram que, existiu falta de interacção professor-estudante e que existiram dificuldades, por parte do professor, em explicar e ajudar na resolução de exercícios. Em contrapartida, as sugestões feitas pelos estudantes do regime diurno pós-laboral estão relacionadas, não com o professor, mas com o número de estudantes por turma e com o facto de acharem importante resolver mais exercícios. Mais uma vez, na categoria “outra” estão sugestões individualizadas. No caso do regime diurno pós-laboral os estudantes sugerem por exemplo a possibilidade de realizar mini-testes que facilitassem a aprovação na disciplina, resolução de problemas do tipo do elevador com mais frequência ou mais tempo para a resolução dos TPC.

Nas aulas Teórico-práticas implementaram-se estratégias referidas na literatura como promotoras de aprendizagem activa. Todas elas necessitam que o estudante tenha uma participação activa e que o professor seja um elemento mediador e facilitador do conhecimento. Para que isso aconteça, é necessário que haja interacção professor-estudante. Se este factor não existir, as estratégias implementadas podem deixar de ser eficazes. Pela análise dos resultados obtidos nas perguntas abertas do questionário, pode-se encontrar possíveis factores para que os estudantes do regime diurno não tenham considerado as estratégias implementadas tão importantes como os do regime diurno pós-laboral. Estes factores, referidos pelos estudantes, prendem-se com a falta de interacção professor-estudante e a falta de qualificação do docente. A reforçar esta ideia

pode-se constatar, pela análise da Tabela 5.5 que a estratégia mais aceite pelos estudantes do regime diurno foi o trabalho de grupo e consequentes discussões entre os seus elementos, estratégia essa que não envolve directamente o professor.

- Projecto do Elevador da Física (PEF)

Como o Projecto do Elevador da Física foi uma estratégia desenvolvida pelo docente-investigador e propositadamente para as aulas Teórico-práticas, considerou-se importante questionar os estudantes sobre o mesmo. A Tabela 5.7 mostra os resultados obtidos, apresentando-os para o total de estudantes, para os estudantes do regime diurno (RD) e regime diurno pós-laboral (RPL), mostrando a média (μ) e o desvio padrão (σ). Na última linha é apresentada a média das respostas sobre o Projecto do Elevador da Física (PEF).

Tabela 5.7: Opinião dos estudantes sobre o Projecto do Elevador da Física (PEF)

Pergunta	Regime	Média (μ)	Desvio padrão (σ)
11. O PEF tem-no ajudado a esclarecer conceitos da disciplina?	Total	3,28	1,031
	RD	2,84	0,866
	RPL	4,00	0,871
12. O PEF é um elemento motivador a participar nas aulas?	Total	3,15	1,045
	RD	2,74	0,899
	RPL	3,83	0,913
13. O PEF é um elemento que promove a interligação dos diferentes conceitos em aplicação ao mundo real?	Total	3,88	0,919
	RD	3,60	0,904
	RPL	4,33	0,758
Média das respostas anteriores.	Total	3,44	0,998
	RD	3,06	0,890
	RPL	4,05	0,847

Da análise da Tabela 5.7 pode-se constatar que o Projecto do Elevador da Física teve boa aceitação por parte dos estudantes, visto que a média das três respostas às perguntas formuladas sobre ele é de 3,44. Este valor está acima do valor neutro da escala (3), o que por si só o evidencia. É de referir, também, que o valor médio dos desvios

padrões é de 0,998. Este valor implica um intervalo de confiança a 95% de 0,22 em torno do valor médio ($3,44 \pm 0,22$).

No entanto, mais uma vez, verificam-se diferenças entre as opiniões dos estudantes do regime diurno e os do regime diurno pós-laboral. Novamente, as estratégias usadas foram consideradas mais importantes pelos estudantes do regime diurno pós-laboral, uma vez que, a média das respostas dadas por eles é consideravelmente superior à dos estudantes do regime diurno (4,05 contra 3,06).

A Tabela 5.8 mostra a percentagem de respostas de nível 1 e 2, 3 (valor neutro da escala), 4 e 5 da escala de *Likert* para todos os estudantes, e para os estudantes do regime diurno e do regime diurno pós-laboral. Analogamente ao anteriormente feito agruparam-se as respostas nos níveis 1 e 2 e nos níveis 4 e 5.

Analisando a Tabela 5.8 pode-se afirmar que apenas 20,0% dos estudantes do regime diurno consideraram o Projecto do Elevador da Física importante para esclarecer os conceitos abordados na disciplina, e apenas 18,0% o consideraram como elemento motivador para participarem nas aulas. É importante referir que a maior parte das respostas dadas, a estas perguntas, por estes estudantes, encontram-se no ponto neutro da escala de *Likert*, 54,0% e 44,0% respectivamente, o que poderá demonstrar indecisão relativamente aos assuntos sobre os quais foram inquiridos. Este resultado é oposto ao obtido para os estudantes do regime diurno pós-laboral. Estes consideraram que o Projecto do Elevador da Física foi importante para esclarecerem os conceitos abordados na disciplina e foi capaz de os motivar para participarem nas aulas (70,0% e 63,3%, respectivamente).

Em ambos os regimes, os estudantes foram de opinião que o Projecto do Elevador da Física promoveu a interligação dos diferentes conceitos leccionados na disciplina, numa aplicação ao mundo real, embora o regime diurno pós-laboral apresente um grau de concordância maior em relação ao regime diurno (83,3% contra 56,0%). De notar ainda que, em relação a esta pergunta, 32,0% dos estudantes de regime diurno escolheram a posição neutra da escala (3) e que no regime diurno pós-laboral não houve estudantes que escolhessem os níveis 1 ou 2 da escala de *Likert*.

Tabela 5.8: Percentagem de respostas do total de estudantes e dos dois regimes (RD e RPL), correspondentes aos níveis 1 e 2, 3, 4 e 5 da escala de *Likert*, relativamente ao Projecto do Elevador da Física

Pergunta	Regime	Escala de Likert - % das respostas		
		1 e 2	3	4 e 5
11. O PEF tem-no ajudado a esclarecer conceitos da disciplina?	Total	17,4	43,8	38,8
	RD	26,0	54,0	20,0
	RPL	3,3	26,7	70,0
12. O PEF é um elemento motivador a participar nas aulas?	Total	26,1	38,8	35,1
	RD	38,0	44,0	18,0
	RPL	6,7	30,0	63,3
13. O PEF é um elemento que promove a interligação dos diferentes conceitos em aplicação ao mundo real?	Total	7,4	26,3	66,3
	RD	12,0	32,0	56,0
	RPL	0,0	16,7	83,3

O Projecto do Elevador da Física tem algumas características de PBL. Como já foi referido na secção 4.5.1, para que esta estratégia tenha sucesso é necessário que o professor seja um facilitador de conhecimentos e promova a participação dos estudantes nas actividades. Como referido anteriormente, algumas destas características de docência parece não terem sido sentidas pelos estudantes do regime diurno. Possivelmente, por essa razão esta estratégia (à semelhança das outras implementadas nas aulas) não foi tão bem sucedida como no regime diurno pós-laboral. A corroborar esta hipótese importa referir que a pergunta que teve a maioria das respostas nos níveis 4 e 5 por parte dos estudantes do regime diurno é a que não depende directamente do professor (Pergunta 13) visto que os estudantes, naturalmente, compreenderam a ligação entre as tarefas propostas, os conteúdos abordados e o mundo real.

5.1.2.3 Opinião dos estudantes sobre as aulas Práticas

Embora as aulas Práticas não sejam objecto privilegiado deste estudo, optou-se por questionar os estudantes sobre as mesmas, assim como, apresentar aqui os principais resultados obtidos. Fica-se, assim com uma perspectiva global de todo o tipo de aulas da disciplina.

Foi perguntado aos estudantes qual a frequência com iam às aulas Práticas. As respostas obtidas permitem afirmar que em ambos os regimes mais de 90% dos

estudantes inquiridos disseram ter frequentado mais de 75% das aulas. Da análise das respostas em termos de regime de estudantes, diurno e diurno pós-laboral, pode-se afirmar que os valores são muito próximos (92,1% e 91,3% respectivamente).

A Tabela 5.9 mostra os resultados obtidos relativamente às aulas Práticas, para o total de estudantes, para o regime diurno (RD) e o regime diurno pós-laboral (RPL), mostrando a média (μ) e desvio padrão (σ). Na última linha é apresentada a média das respostas dadas sobre as estratégias implementadas nas aulas Práticas.

Tabela 5.9: Resultado das respostas às perguntas relacionadas com as aulas Práticas

Pergunta	Regime	Média (μ)	Desvio padrão (σ)
14. Os problemas laboratoriais tratados nas aulas ajudam-no a perceber melhor os conteúdos abordados?	Total	3,84	0,885
	RD	3,56	0,848
	RPL	4,48	0,602
15. A elaboração de um trabalho e do respectivo protocolo foi um factor motivador nas aulas?	Total	3,50	0,944
	RD	3,24	0,969
	RPL	4,10	0,539
16. A avaliação desta componente da disciplina é adequada ao trabalho exigido?	Total	3,64	0,747
	RD	3,49	0,681
	RPL	4,00	0,795
Média das respostas anteriores.	Total	3,66	0,859
	RD	3,43	0,833
	RPL	4,19	0,645

Analisando a Tabela 5.9 pode-se verificar que as estratégias implementadas nas aulas Práticas tiveram boa aceitação por parte dos estudantes, visto que a média das três respostas às perguntas formuladas sobre este tipo de aulas é de 3,66. Este valor está acima do valor neutro da escala (3), o que por si só parece atestar o sucesso das estratégias usadas. É de referir também, que o valor médio dos desvios padrões é de 0,859. Este valor implica um intervalo de confiança a 95% de 0,19 em torno do valor médio ($3,66 \pm 0,19$).

No entanto, verificam-se, mais uma vez, diferenças entre as opiniões dos estudantes do regime diurno e os do regime diurno pós-laboral. As estratégias usadas parecem ter sido mais relevantes para os estudantes do regime diurno pós-laboral, uma vez que a média das respostas dadas por eles é superior à dos estudantes do regime diurno (4,19

contra 3,43). Também é importante referir que a dispersão das respostas também é menor para os estudantes do regime diurno pós-laboral do que para os do regime diurno, pois tem um desvio padrão menor (0,645 contra 0,833).

Tabela 5.10: Percentagem de respostas do total de estudantes e dos dois regimes (RD e RPL), correspondentes aos níveis 1 e 2, 3, 4 e 5 da escala de *Likert*, relativamente às aulas Práticas

Pergunta	Regime	Escala de <i>Likert</i> - % das respostas		
		1 e 2	3	4 e 5
14. Os problemas laboratoriais tratados nas aulas ajudam-no a perceber melhor os conteúdos abordados?	Total	7,2	21,7	71,0
	RD	10,4	29,2	60,4
	RPL	0,0	4,8	95,2
15. A elaboração de um trabalho e do respectivo protocolo foi um factor motivador nas aulas?	Total	17,2	21,4	61,5
	RD	24,5	26,5	49,0
	RPL	0,0	9,6	90,4
16. A avaliação desta componente da disciplina é adequada ao trabalho exigido?	Total	7,2	30,4	62,3
	RD	8,2	36,7	55,1
	RPL	5,0	15,0	80,0

Observando os elementos da Tabela 5.10, verifica-se que todos os estudantes consideraram importantes, para a compreensão dos conteúdos abordados, os problemas laboratoriais (71,0%). Mais uma vez, os estudantes do regime diurno pós-laboral consideraram os problemas laboratoriais mais importantes para a sua aprendizagem do que os do regime diurno (95,2% contra 60,4%).

Outra estratégia implementada nas aulas Práticas foi a concepção e implementação de uma experiência que lhes permitisse medir uma grandeza física. A maioria dos estudantes considerou-a motivadora (61,5%). Esta percentagem de aceitação deveu-se aos estudantes do regime diurno pós-laboral (90,4%) já que, apenas 49,0% dos estudantes do regime diurno a classificaram nos níveis 4 e 5 da escala de *Likert*.

É de salientar que nas perguntas 14 e 15 não houve estudantes do regime diurno pós-laboral a responderem nos níveis 1 e 2 da escala de *Likert* e, no nível 3, responderam apenas, 4,8% e 9,6%, respectivamente.

Finalmente, analisando a pergunta 16, pode-se afirmar que 62,3% dos estudantes foram de opinião que a avaliação foi adequada ao trabalho exigido. Mais uma vez, notam-

se diferenças entre os dois regimes de estudantes, com a mesma tendência das anteriores.

Na última pergunta desta secção do questionário, pedia-se aos estudantes que apresentassem pelo menos uma sugestão de melhoria das aulas Práticas. Foram dadas 32 respostas (20 do regime diurno e 12 do regime diurno pós-laboral) categorizadas da forma apresentada na Tabela 5.11:

Tabela 5.11: Categorias de resposta à pergunta aberta sobre as aulas Práticas

Categoria de Análise	Número de estudantes RD	Número de estudantes RPL
Apoio e explicação por parte do professor	4	1
Melhor material e condições	9	1
Menos estudantes por turma	1	3
Menos relatórios	2	2
Outra	4	5
Total	20	12

Da análise da Tabela 5.11 pode-se constatar que 4 estudantes do regime diurno e 1 do regime diurno pós-laboral foram de opinião que o professor deveria explicar e dar mais apoio durante as aulas práticas. No que respeita às condições de trabalho e material os estudantes do regime diurno (9) mostraram-se descontentes. Do regime diurno pós-laboral apenas 1 mencionou esse facto. Houve 3 estudantes do regime diurno pós-laboral e 1 do regime diurno que foram de opinião que deveria haver menos estudantes por turma. Finalmente, existiram estudantes que referiram que seria proveitoso elaborarem menos relatórios ao longo do semestre (2 do regime diurno e 2 regime diurno pós-laboral).

Mais uma vez na categoria “outra” estão sugestões individuais.

5.1.2.4 Opinião dos estudantes sobre a plataforma *Moodle*

Com as questões relacionadas com a plataforma *Moodle* utilizada, pretendia-se saber se os estudantes tinham tido fácil acesso à mesma e se a consideravam de fácil utilização. Finalmente, pretendia-se conhecer a sua opinião relativamente aos Desafios/fóruns de

discussão utilizados na disciplina, que tinham como suporte o *Moodle*. Relembre-se, no entanto, que estes Desafios não foram objecto privilegiado do estudo.

A Tabela 5.12 mostra os resultados obtidos, para o total de estudantes, para o regime diurno (RD) e o regime diurno pós-laboral (RPL), mostrando a média (μ) e o desvio padrão (σ). Na terceira linha apresenta-se a média das respostas relacionadas com o acesso à internet e a facilidade de utilização do *Moodle*.

As perguntas 17 e 18 estão relacionadas com o acesso à internet e a facilidade de utilização da plataforma *Moodle*. Da análise das respostas a estas questões pode-se afirmar que não existem muitas diferenças entre os dois regimes. De uma forma geral, todos os estudantes tiveram acesso fácil a um computador com internet (3,96) e acharam fácil a utilização da plataforma *Moodle* (3,70).

Tabela 5.12: Resultado das respostas às perguntas relacionadas com a utilização do *Moodle*

Pergunta	Regime	Média (μ)	Desvio padrão (σ)
17. Tenho acesso fácil a um computador com acesso à internet.	Total	3,96	1,037
	RD	3,90	1,063
	RPL	4,07	0,998
18. Tenho facilidade em utilizar a plataforma de e-learning (Moodle).	Total	3,70	1,011
	RD	3,61	0,918
	RPL	3,70	1,011
Média das anteriores	Total	3,83	1,024
	RD	3,76	0,991
	RPL	3,89	1,005
19. Os desafios apresentados na plataforma de e-learning (Moodle) motivaram-no a participar?	Total	2,82	1,083
	RD	2,67	1,013
	RPL	3,11	1,166

A última pergunta está relacionada com uma estratégia implementada, os Desafios sobre assuntos abordados na disciplina. Quando se analisam as respostas da totalidade dos estudantes em relação aos Desafios/fóruns de discussão, pode-se constatar que estes não parecem ter suscitado muito interesse nem motivação nos estudantes (média de 2,82). Este resultado deve-se, principalmente, às respostas dos estudantes do regime diurno que apresentaram uma média de 2,67 pois, apenas 17,6% deles, acharam motivante a participação nos Desafios no *Moodle* (Tabela 5.13) e 41,2% não os acharam

motivantes. Em relação aos estudantes de regime diurno pós-laboral, a distribuição é mais equilibrada, sendo que o número de estudantes que disseram terem-se sentido motivados pelos Desafios foi ligeiramente superior àqueles que disseram que não (42,8% e 35,7%, respectivamente).

Tabela 5.13: Percentagem de respostas do total de estudantes e dos dois regimes (RD e RPL), correspondentes aos níveis 1 e 2, 3, 4 e 5 da escala de *Likert*, relativamente à Plataforma *Moodle*

Pergunta	Regime	Escala de <i>Likert</i> - % das respostas		
		1 e 2	3	4 e 5
19. Os desafios apresentados na plataforma de e-learning (<i>Moodle</i>) motivaram-no a participar?	Total	39,2	34,2	26,6
	RD	41,2	41,2	17,6
	RPL	35,7	21,5	42,8

Na pergunta aberta desta secção foi pedido aos estudantes para indicarem vantagens/desvantagens no uso da plataforma utilizada na disciplina. Foram dadas 14 respostas (8 no regime diurno e 6 no regime diurno pós-laboral) que se categorizam do modo apresentado na Tabela 5.14:

Tabela 5.14: Categorias de resposta à pergunta aberta sobre o *Moodle*

Categoria de Análise	Número de estudantes RD	Número de estudantes RPL
Fácil acesso	5	1
Acesso rápido ao professor	2	3
Não gosto do usar o <i>Moodle</i>	0	2
Outra	1	1
Total	8	7

Da análise da Tabela 5.14. pode-se concluir que as vantagens mais apontadas pelos estudantes foram o fácil acesso à plataforma e aos professores.

5.1.3 Aspectos globais da disciplina

Nesta subsecção, apresentam-se os resultados obtidos às questões dirigidas a conhecer a opinião dos estudantes sobre alguns aspectos globais da disciplina, nomeadamente, o interesse pela mesma, a sua importância no curso e no futuro

profissional, o gosto pela mesma, as dificuldades sentidas e qual facto mais positivo da disciplina.

A Tabela 5.15 mostra os resultados obtidos, para o total de estudantes, para o regime diurno (RD) e o regime diurno pós-laboral (RPL), mostrando a média (μ) e o desvio padrão (σ). Na última linha apresenta-se a média das respostas dadas nesta secção.

Tabela 5.15: Resultado das respostas às perguntas relacionadas com aspectos globais da disciplina

Pergunta	Regime	Média (μ)	Desvio padrão (σ)
20. Sinto interesse pela disciplina?	Total	3,65	0,982
	RD	3,47	1,007
	RPL	3,97	0,865
21. Penso que esta disciplina é importante para o meu futuro profissional?	Total	3,81	0,929
	RD	3,71	0,901
	RPL	4,00	0,964
22. Se esta disciplina fosse opcional frequentá-la-ia mesmo assim?	Total	3,40	1,154
	RD	3,22	1,172
	RPL	3,72	1,066
Média das respostas anteriores.	Total	3,62	1,022
	RD	3,47	1,027
	RPL	3,90	0,965

Perante os resultados obtidos pode-se afirmar que os estudantes sentiram interesse pela disciplina (3,65 de valor médio), até porque manifestaram vontade em frequentá-la mesmo que esta fosse opcional (valor médio 3,40). Os estudantes reconheceram ainda, a importância da disciplina para o seu futuro profissional (3,81). Mais uma vez, os estudantes do regime diurno pós-laboral apresentaram valores médios acima dos do regime diurno.

A Tabela 5.16 mostra a distribuição das respostas dos estudantes pela escala de *Likert* às perguntas relacionadas com os aspectos globais da disciplina

Tabela 5.16: Percentagem de respostas do total de estudantes e dos dois regimes (RD e RPL), correspondentes aos níveis 1 e 2, 3, 4 e 5 da escala de *Likert*, relativamente à disciplina de Física I

Pergunta	Regime	Escala de <i>Likert</i> - % das respostas		
		1 e 2	3	4 e 5
20. Sinto interesse pela disciplina?	Total	13,8	22,5	63,7
	RD	17,6	25,5	56,9
	RPL	6,9	17,2	75,9
21. Penso que esta disciplina é importante para o meu futuro profissional?	Total	7,5	27,5	65,0
	RD	7,8	35,3	56,9
	RPL	6,9	13,8	79,3
22. Se esta disciplina fosse opcional frequentá-la-ia mesmo assim?	Total	20,0	27,5	52,5
	RD	23,5	31,4	45,1
	RPL	13,8	20,7	65,5

Analisando as respostas à pergunta 20 desta tabela pode-se dizer que em ambos os regimes os estudantes sentiram interesse pela disciplina, pois 63,7% optou por responder nos níveis 4 e 5 da escala de *Likert*. No que respeita às diferenças entre os dois regimes, existe uma diferença de 19,0% entre as respostas dadas pelos estudantes do regime diurno pós-laboral e do regime diurno.

Analisando as respostas à pergunta 21 pode-se afirmar que os estudantes perceberam a importância da disciplina para o seu futuro profissional, 65,0% dos estudantes responderam nos níveis 4 e 5 da escala de *Likert*. Verifica-se mais uma vez a mesma tendência, houve mais estudantes do regime diurno pós-laboral a responderem nos níveis 4 e 5 do que no regime diurno (79,3% e 56,9%, respectivamente).

Finalmente, foi perguntado aos estudantes se frequentariam esta disciplina se ela fosse opcional. A esta pergunta 52,5% responderam nos níveis máximos da escala de *Likert*. É de referir no entanto que a maior parte dos estudantes do regime diurno pós-laboral optou por responder nos níveis 4 e 5 da escala de *Likert* (65,5%), enquanto que, no regime diurno apenas 45,1% optou por responder nestes níveis.

Relativamente a esta secção foram feitas 3 perguntas abertas. A primeira tinha como objectivo conhecer qual o conceito ou tema em que os estudantes tiveram mais dificuldades. Foram dadas 51 respostas (31 do regime diurno e 20 do regime diurno pós-laboral). Os temas onde houve mais dificuldades encontram-se na Tabela 5.17.

Tabela 5.17: Categorias de resposta à pergunta aberta sobre o assunto em que tiveram mais dificuldades

Categoria de Análise	Número de estudantes RD	Número de estudantes RPL
Incertezas	7	0
Análise Dimensional	6	0
Movimento Relativo	3	2
Movimento Harmónico Simples	5	6
Colisões	4	2
Trabalho e Energia	0	2
Todos	2	2
Outra	4	6
Total	31	20

Da análise da Tabela 5.17, pode-se dizer que o tema em que os estudantes, de ambos os regimes, tiveram maiores dificuldades foi o movimento harmónico simples. Ainda se pode afirmar que, para além deste, os estudantes do regime diurno tiveram dificuldades nas incertezas e análise dimensional.

Depois perguntou-se aos estudantes qual o facto mais positivo da disciplina. Foram dadas 48 respostas (29 no regime diurno e 19 no regime diurno pós-laboral) que se categorizaram da seguinte forma (Tabela 5.18):

Tabela 5.18: Categorias de resposta à pergunta aberta sobre o facto mais positivo da disciplina

Categoria de Análise	Número de estudantes RD	Número de estudantes RPL
Ligação da disciplina ao mundo real	11	12
Experiências e aulas de laboratório	9	0
Relação professor-estudante	1	5
Trabalho de grupo	2	0
Outra	6	2
Total	29	19

Analisando a Tabela 5.18 pode-se constatar que o facto mais positivo, para todos os estudantes, da disciplina foi a ligação desta ao mundo real. Os estudantes do regime diurno ainda referiram as experiências realizadas nas aulas Práticas, enquanto que os estudantes do regime diurno pós-laboral mencionaram a relação professor-estudante.

Finalmente, foi pedido aos estudantes que apresentassem sugestões ou críticas sobre o funcionamento da disciplina. Foram dadas 15 respostas (2 do regime diurno e 13 do regime diurno pós-laboral). Na Tabela 5.19 apresentam-se as categorias de resposta.

Tabela 5.19: Categorias de resposta à pergunta aberta sobre a disciplina

Categoria de Análise	Número de estudantes RD	Número de estudantes RPL
Funciona bem/ Estou satisfeito	0	7
Mais horas semanais	0	2
Outra	2	4
Total	2	13

Da análise da Tabela 5.19 pode-se dizer que os estudantes não apresentaram nenhuma crítica ou sugestão. Apenas, os estudantes do regime diurno pós-laboral mostraram satisfação pela forma como a disciplina foi leccionada, o que está de acordo com os resultados mais altos de satisfação que estes estudantes apresentaram ao longo de todo o questionário.

5.2 Análise das entrevistas

Para aprofundar os resultados obtidos a partir do questionário foram entrevistados dezoito estudantes que frequentaram a disciplina de Física I no ano lectivo de 2006/2007. As entrevistas, realizadas no início do segundo semestre do mesmo ano lectivo, envolveram 10 estudantes do regime diurno e 8 do regime diurno pós-laboral. Dos estudantes entrevistados, 14 eram do género masculino e 4 do feminino. Relativamente às idades dos estudantes, 7 tinham entre os 18 e os 20 anos, 3 entre os 21 e 25, 3 entre os 26 e os 30 e 5 tinham mais de 31 anos.

A análise de conteúdo das respostas às entrevistas foi realizada com apoio do *software* QSR NVivo 7. As dimensões de análise são as apresentadas na árvore da Figura 5.1 com duas dimensões principais: **Aulas** e **Aspectos Globais**. A dimensão **Aulas** está dividida em três sub-dimensões: aulas **Teóricas**, aulas **Teórico-práticas** e aulas **Práticas**. Como as estratégias implementadas nas aulas Práticas não foram objecto de estudo privilegiado desta investigação, optou-se por não fazer a análise referente a esta sub-dimensão. Cada uma das sub-dimensões referentes às aulas está dividida ainda, em outras sub-dimensões.

Na dimensão **Aspectos Globais** foram analisadas todas as passagens das transcrições das entrevistas que, não se referindo directamente às aulas, estavam relacionadas com a disciplina como um todo.

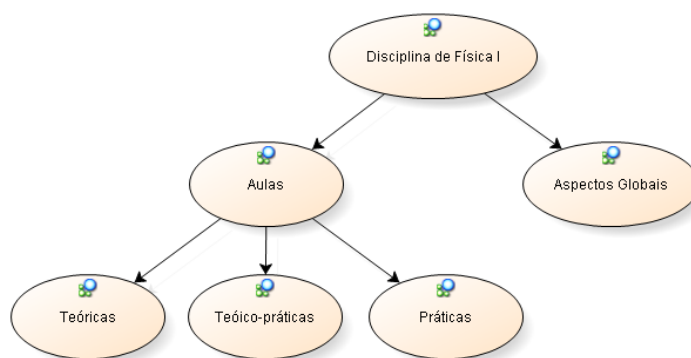


Figura 5.1: Dimensões consideradas na análise das entrevistas

5.2.1 Aulas Teóricas

A sub-dimensão aulas **Teóricas** (Figura 5.2) foi dividida em **Estratégias** e **Opinião Geral**. Como o próprio nome indica, na sub-dimensão **Estratégias** foram incluídas as opiniões dos estudantes sobre as diferentes estratégias utilizadas nas aulas que são, também, sub-dimensões de análise: a) **Folhas de Leitura**; b) **Perguntas Conceptuais**; c) **Desafios**.

A análise da **Opinião Geral** fez-se usando as seguintes sub-dimensões: a) **Aprendizagem**; b) **Interacção professor-estudante**; c) **Diferenças**.

Na sub-dimensão **Aprendizagem** foram incluídos e analisados todos os excertos referentes à opinião dos estudantes sobre o processo de aprendizagem experienciado. Na sub-dimensão **Interacção Professor-Estudante** foram analisadas todas as opiniões dos estudantes sobre a existência, ou não, de interacção entre eles e o professor. Finalmente, na sub-dimensão **Diferenças** foram analisadas todas as opiniões dos estudantes relativas às diferenças que sentiram em relação às aulas Teóricas ditas “tradicionais”.

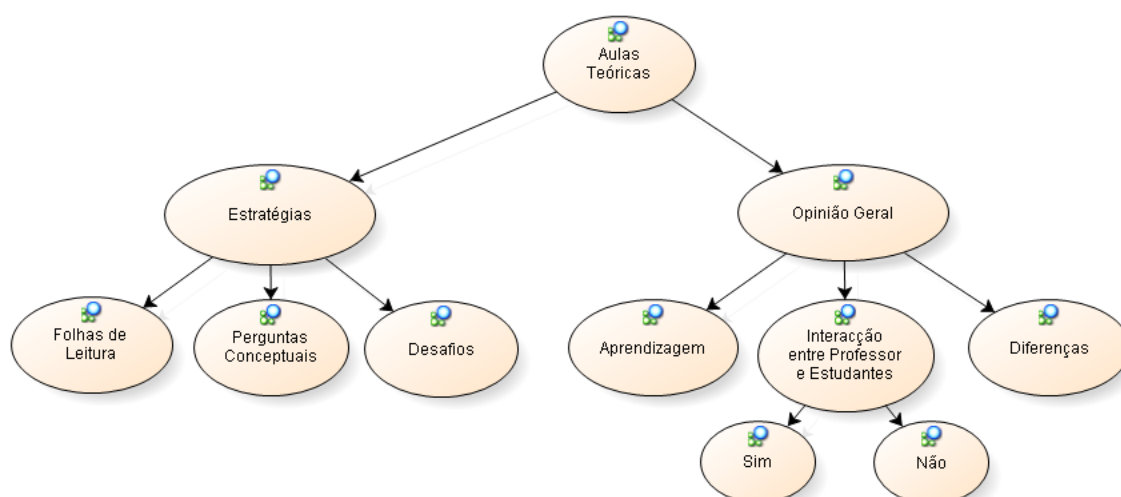


Figura 5.2: Sub-dimensões de análise referentes às Aulas Teóricas

A análise das respostas incluídas na sub-dimensão **aulas Teóricas** inicia-se com a análise das estratégias desenvolvidas nas mesmas.

Uma das estratégias implementadas nas aulas Teóricas foi, conforme o referido, as **Folhas de Leitura**. Para a análise desta sub-dimensão, criaram-se novas duas sub-dimensões: a) **Ler** e b) **Opinião**. Na primeira, analisaram-se os excertos das entrevistas referentes à frequência e ao momento em que os estudantes referiram ter lido as folhas de leitura. Surgiram quatro categorias de análise: a) **Lia sempre**; b) **De vez em quando**; c) **Lia só depois**; d) **Não lia**. As três primeiras categorias estão relacionadas com o discurso dos estudantes que liam as folhas de leitura. A última categoria, refere-se aos estudantes que afirmaram nunca terem lido as folhas.

Na sub-dimensão **Opinião** encontram-se as opiniões dos estudantes acerca das folhas de leitura. Nesta foram incluídas as três seguintes categorias: a) **Fácil Leitura**; b) **Vantagem de ler antes da aula**; c) **Importantes para o estudo**. Na categoria **Fácil Leitura** foram incluídas as opiniões dos estudantes quando, no seu discurso, disseram que as folhas de leitura tinham uma linguagem acessível e eram de fácil compreensão. Na categoria **Vantagem de ler antes da aula** foram registadas as vantagens sentidas pelos estudantes, nas aulas Teóricas, quando liam as folhas de leitura antes da respectiva aula. Finalmente, na categoria **Importantes para o estudo** foram registadas as opiniões dos estudantes sobre a importância que as folhas de leitura tiveram na preparação das

tarefas realizadas na disciplina. A Figura 5.3 mostra as sub-dimensões e as categorias de análise para as **Folhas de Leitura**.

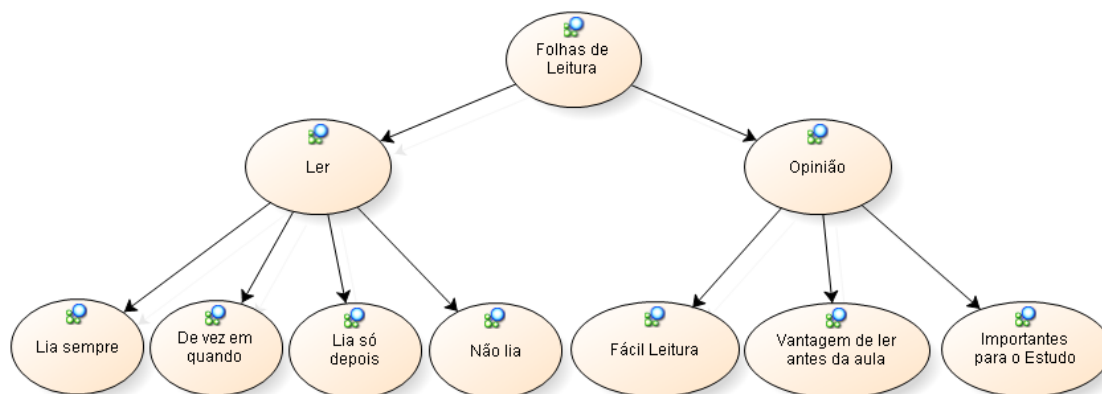


Figura 5.3: Sub-dimensões e categorias de análise das Folhas de Leitura

Os resultados apresentados em todas as tabelas desta secção foram obtidos, como já mencionado, através de análise de conteúdo realizada com o software QSR NVivo 7. Os valores apresentados nas colunas "Nº", referem-se ao número total de estudantes que, no seu discurso, deram respostas que foram incluídas na sub-dimensão ou categoria que está a ser alvo de análise. Nas colunas "%" estão os respectivos valores percentuais. Como já mencionado, o número total de estudantes entrevistados foi 18, sendo 10 do regime diurno e 8 do regime diurno pós-laboral, tendo sido estes valores usados como base para o cálculo das percentagens. As transcrições dos estudantes do regime diurno são identificadas com a sigla "rd" e as do regime diurno pós-laboral com a sigla "rpl". A seguir à sigla indica-se o número atribuído à transcrição de cada estudante. O negrito das transcrições são da responsabilidade do autor deste trabalho e pretendendo salientar as ideias principais das mesmas.

A Tabela 5.20 sintetiza os resultados em função das categorias de análise da sub-dimensão **Ler**. A categoria **Não Lia** não se encontra na tabela pois não houve, nas entrevistas, estudantes que referissem não ter lido as folhas de leitura.

Tabela 5.20: Folhas de Leitura versus momento/frequência com que as liam

Folhas de Leitura/ Regime	Lia Sempre		Lia de vez em quando		Lia só depois	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Total	1	5,6	8	44,4	3	16,7
RD	0	0,0	3	30,0	2	20,0
RPL	1	12,5	5	62,5	1	12,5

Da análise da Tabela 5.20 pode-se constatar que apenas um estudante do regime diurno pós-laboral afirmou ler sempre as folhas de leitura antes da respectiva aula Teórica. Este estudante disse:

- ***“Sempre as li. Estas folhas de leitura fazem parte integrante da aula teórica e, a meu ver, era boa ideia lê-las antes da aula.”*** (Erpl-10)

Dos estudantes entrevistados, 44,4% mencionaram ler, de vez em quando, as folhas de leitura antes da aula Teórica. Mais uma vez, registam-se diferenças consideráveis entre os dois regimes. Apenas 30,0% dos estudantes do regime diurno afirmaram ler as folhas de leitura de vez em quando, enquanto que no regime diurno pós-laboral, a percentagem de estudantes é de 62,5%. Para ilustrar o pensamento destes estudantes, que evidenciam a frequência com que liam as folhas, transcrevem-se os seguintes excertos:

- ***“Nem sempre, mas levava-as sempre para a aula....”*** (Erd-1)
- ***“Eu li algumas porque achava interessante preparar a aula antes...”*** (Erpl-8)

Finalmente, alguns estudantes (16,7%) referiram que apenas liam as folhas de leitura após as aulas Teóricas. Transcreve-se um excerto de um estudante representativo do que os estudantes disseram:

- ***“Costumava ler só depois das aulas e aquilo que não entendia perguntava depois.”*** (Erd-4)

A sub-dimensão **Opinião** das **folhas de Leitura** foi, como já referido, dividida em três categorias: **Fácil Leitura**, **Vantagem de ler antes da aula** e **Importantes para o estudo**. A Tabela 5.21 mostra os resultados obtidos para estas três categorias.

Tabela 5.21: Folhas de leitura versus opinião dos estudantes sobre elas

Folhas de Leitura/ Regime	Fácil Leitura		Vantagem de ler antes da aula		Importantes para o estudo	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Total	12	66,7	9	50,0	8	44,4
RD	6	60,0	2	20,0	4	40,0
RPL	6	75,0	7	87,5	4	50,0

Dos estudantes entrevistados, 66,7% referiram que as folhas de leitura tinham uma linguagem acessível e eram de fácil compreensão. Nesta categoria não se verificam diferenças consideráveis entre os dois regimes de estudantes.

Na categoria **Vantagem de ler antes da aula** pode-se constatar que existe uma diferença considerável entre os estudantes do regime diurno e os do regime diurno pós-laboral. Apenas 20,0% dos estudantes do regime diurno apontaram vantagens em ler as folhas de leitura antes das aulas Teóricas, enquanto que no regime diurno pós-laboral, 87,5% dos estudantes entrevistados referiram algumas vantagens. Este resultado está de acordo com os resultados indicados na Tabela 5.20 em que se constatou que os estudantes do regime diurno pós-laboral foram os mais assíduos na leitura das folhas antes das aulas Teóricas. As vantagens apontadas pelos estudantes foram: a) as de permitir estarem mais atentos às discussões existentes nas aulas; b) as de acompanhar mais facilmente os conteúdos, uma vez que já tinham lido sobre o assunto. Transcrevem-se dois excertos onde os estudantes, do regime diurno pós-laboral, referem as vantagens de ler as folhas de leitura antes da aula:

- *“Quando lia previamente essas folhas chegava à aula e quando o professor começava a falar dessa matéria **não era uma coisa completamente nova**, ou seja, por muito pouco que eu entendesse ou que tivesse entendido na leitura que tivesse feito **já havia ali alguns pontos ou alguns tópicos que eu estava mais ou menos dentro do assunto.**” (Erpl-6)*

- *“De qualquer das maneiras reconheço que quando as **lia era mais fácil encaixar a informação, porque alguma coisa fica sempre. Assim quando ouvia a informação na aula, já não era a primeira vez.**” (Erpl-12)*

Na categoria **Importantes para o estudo** os estudantes de ambos os regimes, 40,0% para os estudantes do regime diurno e 50,0% para os do regime diurno pós-laboral, referiram a importância da leitura destas folhas para o estudo da disciplina, visto que, consideravam-nas como um bom elemento de estudo, pois nelas estavam todos os assuntos abordados nas aulas. Transcrevem-se dois excertos das entrevistas dos estudantes referentes à importância das folhas para o estudo:

- *“Li ... para estudar para o exame. **Essas folhas eram um bom suporte. Tínhamos lá a matéria toda...**” (Erpl-9)*
- *“As folhas eram ... **importantes para estudar para o exame.**” (Erd-17)*

Na estratégia **Perguntas Conceptuais** foram analisados todos os discursos dos estudantes que referiam as mesmas. Para uma análise mais sistemática das diferentes opiniões emergiram as seguintes categorias de análise: a) **Motivação**; b) **Discussão e Debates**; c) **Ligação ao Mundo Real**. Na categoria **Motivação** foram incluídas todas as transcrições em que os estudantes referiram que este tipo de perguntas foi um elemento motivador para participar nas aulas Teóricas. Na categoria **Discussão e Debates** foram incluídas todas as passagens em que os estudantes falaram sobre as discussões e debates originados pelas perguntas conceptuais. Finalmente, na categoria **Ligação ao Mundo Real**, foram contabilizadas todas as referências que os estudantes fizeram entre a ligação ao mundo real e as perguntas conceptuais. A Figura 5.4 ilustra a estrutura de análise desta sub-dimensão.

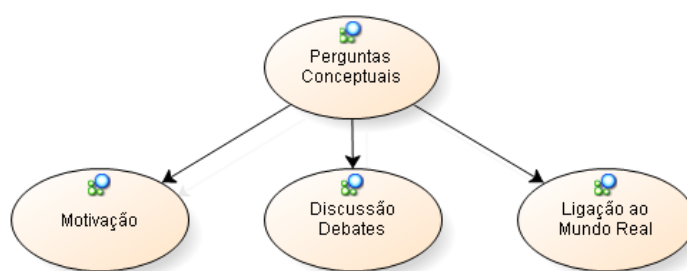


Figura 5.4: Categorias de análise das Perguntas Conceptuais

A Tabela 5.22 mostra os resultados obtidos para estas categorias de análise. A primeira conclusão que se pode retirar da análise desta tabela é que não há diferenças consideráveis entre os dois regimes de estudantes. Assim, não se irá fazer uma análise separada para os dois regimes.

Tabela 5.22: Perguntas conceptuais versus categorias de análise

Perguntas Conceptuais/ Regime	Motivação		Discussões/Debates		Ligação ao mundo real	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Total	14	77,8	16	88,8	9	50,0
RD	8	80,0	9	90,0	5	50,0
RPL	6	75,0	7	87,5	4	50,0

Analisando a categoria **Motivação**, pode-se afirmar que 77,8% dos estudantes referiram nas entrevistas que as perguntas conceptuais foram um elemento motivador para participação nas aulas Teóricas. Para os estudantes, estas perguntas originavam discussão sendo uma forma de promover a sua aprendizagem. Transcreve-se o que alguns estudantes disseram:

- *“É uma componente motivante porque provoca discussão e tudo que provoque discussão promove a aprendizagem. Estas perguntas tornavam as aulas mais participativas e isso é um factor motivador de frequência.”* (Erpl-7)
- *“As perguntas motivavam-me a ir às aulas e para tirar dúvidas era o ideal.”* (Erpl-9)

Analisando a categoria **Discussões/Debates** pode-se afirmar que 88,8% dos estudantes entrevistados referiram a existência de discussões e debates nas aulas Teóricas, referindo-se a elas como um elemento importante para a aprendizagem e motivador para a participação nas aulas. Para exemplificar o que os estudantes disseram sobre esta dimensão transcreve-se dois excertos das entrevistas:

- *“Estas discussões eram importantes para a minha aprendizagem. Porque se a resposta fosse dada “crua” não conseguia ter a observação do fenómeno em si.” (Erd-5)*
- *“As perguntas, acho que são importantes porque para a aprendizagem porque quando **uma pessoa discute com os colegas aprende mais**. Eu costumava participar nessas discussões. Tornava as aulas mais motivadoras....” (Erpl-16)*

Finalmente, analisando a categoria **Ligação ao Mundo Real**, pode-se afirmar que 50,0% dos entrevistados referiram que as perguntas conceptuais faziam a ligação da Física com o mundo real, e que este facto era bastante importante para a sua aprendizagem e motivação. Transcrevem-se dois trechos das entrevistas onde a opinião dos estudantes é ilustrada:

- *“Ao mesmo tempo que expondo a matéria ia explicando e utilizando **exemplos práticos no nosso dia-a-dia para nos fazer compreender melhor aquilo que nos estava a ser ensinado....Eram perguntas do dia-a-dia...**” (Erpl-8)*
- *“ **As perguntas são importantes para nós imaginarmos onde está a física no nosso dia-a-dia, e motivava-nos a ir às aulas.**” (Erd-17)*

A última sub-dimensão analisada foi a dos **Desafios** colocados no *Moodle*. Nesta foram analisados todos os momentos em que os estudantes, nas entrevistas, falaram sobre a sua participação nesses desafios. Esta sub-dimensão foi analisada nas seguintes categorias: **Não Participava** e **Participava**. Esta última categoria foi, por sua vez, dividida em duas subcategorias: **Regularmente** e **Só uma vez**, como apresentado na Figura 5.5.

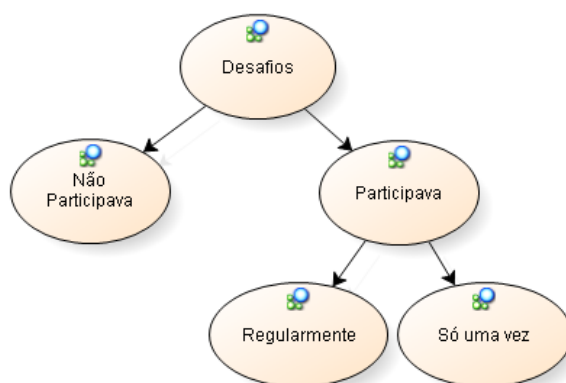


Figura 5.5: Categorias de análise da sub-dimensão Desafios

A Tabela 5.23 ilustra os resultados relativos à participação dos estudantes nos Desafios.

Tabela 5.23: Desafios versus participação

Desafios/ Regime	Participava		Não Participava	
	Nº	%	Nº	%
Total	9	50,0%	9	50,0%
RD	2	20,0	8	80,0%
RPL	7	87,5%	1	12,5%
Regime	Regularmente		Só uma vez	
	Nº	%	Nº	%
Total	5	55,6	4	44,4
RD	0	0,0	2	100,0
RPL	5	71,4	2	28,6

Da análise desta tabela pode-se afirmar que 50,0% dos estudantes entrevistados nunca participaram nos Desafios do *Moodle*. Mais uma vez, notam-se diferenças consideráveis entre os estudantes do regime diurno e do regime diurno pós-laboral: dos estudantes entrevistados do regime diurno, 80,0% afirmaram nunca terem participado nos desafios; do regime diurno pós-laboral apenas 12,5% afirmaram não ter participado. Relativamente aos estudantes que dizem ter participado nos Desafios, apenas os do regime diurno pós-laboral o disseram ter feito de forma regular. Os únicos participantes do regime diurno afirmaram ter participado apenas uma vez.

A análise realizada sobre as aulas Teóricas na sub-dimensão **Opinião Geral**, encontra-se esquematizada na Tabela 5.24. Relembrem-se que as sub-dimensões analisadas na **Opinião Geral** são: a) **Aprendizagem**; b) **Interacção Professor-Estudante**; c) **Diferenças**.

Tabela 5.24: Opinião geral sobre as aulas Teóricas

Opinião Geral/ Regime	Aprendizagem		Interacção Professor - Estudante		Não Interacção Professor - Estudante		Diferenças	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Total	14	77,8	9	50,0	1	5,6	9	50,0
RD	7	70,0	3	30,0	1	10,0	4	40,0
RPL	7	87,5	6	75,0	0	0,0	5	62,5

Da análise da Tabela 5.24 pode-se afirmar que a sub-dimensão onde existiu maior concordância das declarações dadas pelos estudantes dos dois regimes foi a importância das estratégias implementadas nas aulas Teóricas para a sua aprendizagem (87,5% para os estudantes do regime diurno pós-laboral e 70,0% para os do regime diurno).

O discurso dos estudantes do regime diurno e do diurno pós-laboral são diferentes no que se refere à **Interacção Professor-Estudante**. Assim, temos que 75,0% dos estudantes do regime diurno pós-laboral disseram existir interacção professor-estudante, enquanto que apenas 30,0% dos estudantes do regime diurno mencionaram existir esse tipo de interacção. De realçar ainda que, nenhum dos estudantes do regime diurno pós-laboral referiu a falta de interacção com o professor, enquanto que houve um estudante do regime diurno que foi dessa opinião. Para ilustrar esta análise citam-se alguns exemplos do que os estudantes disseram:

- *“A ideia, e acabou por funcionar, era a participação dos alunos. **Havia perguntas e espaço para os alunos e professora discutirem.**” (Erd-1)*
- *“...**havia discussões entre colegas e depois com o professor.** São importantes porque a discussão só entre colegas pode nos levar a pensar de forma errada e com o professor este corrige-nos.” (Erpl-11)*

Analisando a sub-dimensão **Diferenças** pode-se afirmar que 62,5% dos estudantes do regime diurno pós-laboral disseram existir diferenças entre as aulas Teóricas que frequentaram e as “tradicionais”. Em relação ao regime diurno apenas 40,0% dos estudantes entrevistados mencionaram a existência dessas diferenças. Algumas das diferenças apontadas pelos estudantes foram: a) interação professor-estudante; b) ocorrência de discussões e debates; c) utilização de perguntas conceptuais; d) estudo prévio. Para ilustrar a opinião dos estudantes apresentam-se alguns excertos das entrevistas:

- *“...mas o que eu notei é que **estas aulas nos obrigavam a estudar um bocado para as aulas seguintes, ou seja, a ler as folhas que saiam no Moodle. Faziam-nos responder a determinadas perguntas durante a aula por isso não podíamos estar amorfos a olhar para o lado sem fazer nada...**” (Erd-16)*
- *“Gostei muito das aulas **Teóricas de física porque eram dinâmicas e interactivas...** como eu disse no início **aquilo que assisti nas outras cadeiras não tem nada a ver com as aulas de física.**” (Erpl-8)*

A sub-dimensão **Aprendizagem** está dividida em três categorias, correspondendo cada uma a uma estratégia implementada nas aulas Teóricas. Assim, temos referência à aprendizagem relacionada com: a) **Folhas de Leitura**; b) **Perguntas conceptuais**; c) **Desafios**. A Tabela 5.25 mostra a importância dada pelos estudantes a cada uma destas estratégias.

Tabela 5.25: Aprendizagem versus estratégias das aulas Teóricas

Aprendizagem/ Regime	Folhas de Leitura		Perguntas conceptuais		Desafios	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Total	8	44,4	14	77,8	5	27,8
RD	2	20,0	7	70,0	0	0,0
RPL	6	75,0	7	87,5	5	62,5

Quando os estudantes falaram, nas entrevistas, sobre a aprendizagem nas aulas Teóricas, e a sua relação com as estratégias implementadas, estes deram maior enfoque às perguntas conceptuais e consequentes discussões/debates. Na verdade, 77,8% dos

estudantes entrevistados estabeleceram uma relação entre as perguntas conceptuais e a aprendizagem. No que respeita ao regime de estudantes, as percentagens de estudantes que mencionaram esta relação são muito semelhantes: 70,0% para os estudantes do regime diurno e 87,5% para os estudantes do regime diurno pós-laboral. A título de exemplo sobre o que estudantes disseram transcrevem-se os seguintes extractos:

- *“Com as **perguntas conceptuais** era possível fazer sempre o contraponto com a realidade, com os fenómenos do dia-a-dia, que quanto a mim **são de mais fácil aquisição.**”* (Erd-1)
- *“**Com esta estratégia**, e sem que eu me tenha apercebido disso, fui-me apercebendo e interiorizando determinadas coisas. Quando me manifestava acerca de determinadas questões onde havia sempre projecção da física para a vida real e vice-versa **foi me facilitada uma certa aprendizagem das várias matérias.**”* (Erpl-6)
- *“**As questões colocadas contribuíam para a melhorar a aprendizagem** pois normalmente faziam ligação às coisas reais e portanto víamos uma aplicação prática ao nosso senso comum. Era mais fácil fazer a ligação.”* (Erpl-12)

A segunda estratégia mais referenciada pelos estudantes nas entrevistas foi as **Folhas de Leitura**, já que 44,4% dos estudantes as referiram como importantes para a sua aprendizagem. No que respeita ao regime de estudantes, há uma clara diferença entre o regime diurno e o diurno pós-laboral. No regime diurno pós-laboral, 75% dos estudantes referiram a ligação entre as folhas de leitura e aprendizagem, enquanto que apenas 20% dos estudantes do regime diurno o fizeram. Os extractos seguintes pretendem ilustrar a opinião dos estudantes:

- *“**O aproveitamento da aula teórica era sempre melhor** quando lia as folhas pois **já sabia a matéria** antes de ir para lá o que me **permitia depois perceber melhor.**”* (Erd-15)

- “...reconheço que **quando lia as folhas** antes da aula percebia muito melhor a aula, porque **já tinha uma ideia daquilo** que ia ser falado e podia esclarecer melhor aquilo que não tinha percebido.” (Erpl-7)

Finalmente, a estratégia menos referida pelos estudantes como sendo promotora de aprendizagem foi os **Desafios** no *Moodle*. É de notar que ela não foi mencionada por nenhum estudante do regime diurno, no entanto foi referida por 62,5% dos estudantes do regime diurno pós-laboral. As razões apontadas pelos estudantes do regime diurno para a sua não participação foram a falta de interesse pelos assuntos abordados e o desconhecimento que a participação nestes desafios era contabilizada para a nota de bonificação. São citados dois excertos, dos estudantes do regime diurno pós-laboral, sobre esta estratégia:

- “Quando fui solicitado a participar no Moodle **achei aquilo espectacular** porque **despertou-me interesse**, tanto é que para responder a alguns desafios fui fazer pesquisas, nomeadamente na Internet sobre os feitos... **Acho aquilo muito interessante motiva as pessoas a aprender também pelo feedback que existe.**” (Erpl-7)
- “Achei os desafios **interessantes e aprendi** com eles e são vantajosos para a aprendizagem porque **estamos a discutir física.**” (Erpl-11)

5.2.2 Aulas Teórico-práticas

Outro ramo da dimensão **Aulas** é o referente às aulas **Teórico-práticas**. Este, à semelhança do que foi feito nas Teóricas, vai ser analisado em duas sub-dimensões principais: a) **Estratégias**; b) **Opinião Geral**.

As estratégias usadas nas aulas Teórico-práticas foram: a) **Projecto do Elevador da Física (PEF)**; b) **Trabalho de Grupo**; c) **Feedback** dado a todas as tarefas propostas do Projecto do Elevador da Física e aos TPC; d) **Trabalhos Para Casa (TPC)**. Cada uma destas estratégias corresponde a uma sub-dimensão de análise. Na sub-dimensão **Opinião Geral**

analisou-se o que os estudantes disseram sobre: a) **Apoio do Professor**; b) **Aprendizagem**. Na primeira sub-dimensão, **Apoio do Professor**, foram analisadas todas as opiniões, dadas pelos estudantes, referentes ao apoio dado pelo professor nas actividades das aulas Teórico-práticas. Na segunda sub-dimensão, **Aprendizagem**, foram considerados todos os trechos relativos à opinião dos estudantes sobre a sua aprendizagem nas aulas Teórico-práticas. A Figura 5.6 mostra as sub-dimensões de análise usada para as aulas Teórico-práticas.

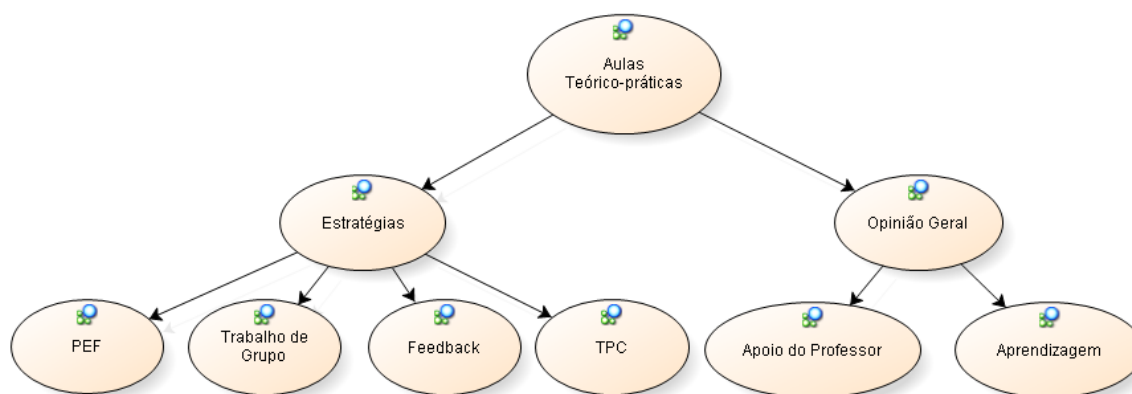


Figura 5.6: Sub-dimensões de análise das aulas Teórico-práticas

A análise do Projecto do Elevador da Física (PEF) foi realizada segundo as seguintes categorias (Figura 5.7): a) **Conteúdos abordados**; b) **Ligação ao Mundo Real**; c) **Feedback**; d) **Opinião**.

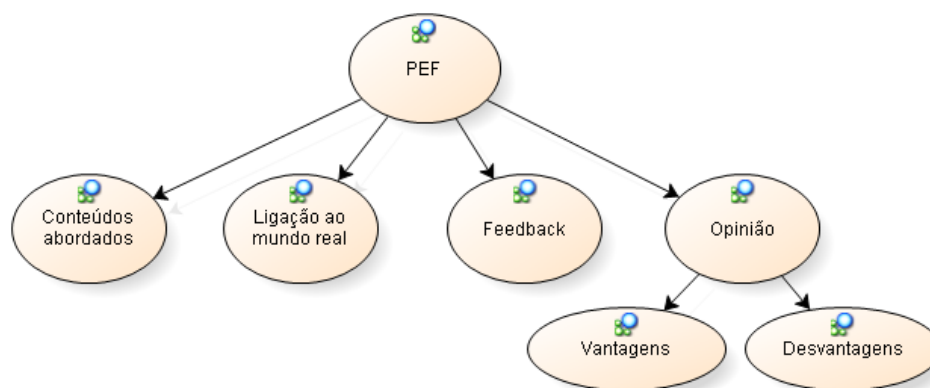


Figura 5.7: Categorias de análise da sub-dimensão Projecto do Elevador da Física

Na primeira categoria, **Conteúdos abordados**, foram incluídos os trechos das entrevistas em que os estudantes referiram que o projecto abordou todos, ou quase todos, os conteúdos abordados na disciplina. Na categoria **Ligação ao Mundo Real**, foram incluídos todos os extractos das entrevistas em que os estudantes referiram a existência da ligação do projecto ao mundo real. Na categoria **Feedback**, contabilizaram-se todos os aspectos em que os estudantes disseram ter tido apoio do professor, dentro e fora da sala de aula, e o respectivo *feedback* às tarefas relacionadas com o PEF. Esta categoria será analisada conjuntamente com *feedback* dado aos TPC.

Finalmente, a última categoria, **Opinião**, foi analisada segundo duas subcategorias, **Vantagens** e **Desvantagens**, em que se incluíram os excertos relativos às vantagens e desvantagens referidas pelos estudantes sobre a utilização do Projecto do Elevador da Física.

A Tabela 5.26 mostra os resultados obtidos, para as várias categorias analisadas, na sub-dimensão **Projecto do Elevador da Física**.

Tabela 5.26: Projecto do Elevador da Física (PEF) versus categorias de análise

PEF/ Regime	Conteúdos Abordados		Ligação ao Mundo Real		Opinião			
					Vantagens		Desvantagens	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Total	17	94,4	16	88,8	17	94,4	0	0,0
RD	9	90,0	9	90,0	9	90,0	0	0,0
RPL	8	100,0	7	87,5	8	100,0	0	0,0

A primeira inferência que se pode fazer é que não há diferenças assinaláveis, para nenhuma das categorias analisadas entre os dois regimes de estudantes. Assim, a análise será feita para o total dos estudantes sem fazer referência a cada um dos regimes individualmente.

No que respeita à categoria **Conteúdos abordados**, pode-se afirmar que 94,4% dos estudantes entrevistados referiam que o Projecto do Elevador da Física (PEF) abordou todos ou quase todos os conteúdos programáticos da disciplina de Física I. Para ilustrar este facto são transcritos dois excertos das entrevistas:

- ***“Penso que foram quase todos. O elevador acompanhou as matérias ao longo do semestre com tarefas...”*** (Erd-2)
- ***“Foram todos os conteúdos abordados...O projecto do elevador trata de todo o programa de Física I. Ao elaborarmos o relatório final estamos a trabalhar todos esses conteúdos.”*** (Erpl-11)

Analisando a categoria **Ligação ao Mundo Real**, pode-se constatar que 88,8% dos estudantes entrevistados reconheceram que o Projecto do Elevador da Física (PEF) promoveu a ligação da Física com o mundo real. De seguida transcrevem-se dois excertos de entrevistas representativos da opinião dos estudantes:

- ***“Este projecto ajuda a ver a ligação da física com o mundo real. Eu nunca tinha pensado que um elevador tinha tanta física assim. E acho que é interessante, estes projectos, porque começa a criar dentro de nós um interesse pelas coisas... começo a ver que a física está em tudo.”*** (Erd-17)
- ***“O Elevador da Física permite fazer a ligação da física a coisas palpáveis.... Neste caso aplicar a informação, os conteúdos dados numa disciplina a algo que conhecemos todos os dias e que utilizamos mais ou menos todos os dias.”*** (Erpl-7)

Finalmente, analisando a categoria **Opinião**, a primeira constatação que se pode fazer é que os estudantes não apontaram nenhuma desvantagem à utilização do Projecto do Elevador da Física (PEF). No entanto, quase todos os estudantes (94,4%) indicaram pelo menos uma vantagem. As vantagens do Projecto do Elevador da Física (PEF) apontadas pelos estudantes foram: a) aprender Física com recurso a uma aplicação do dia-a-dia; b) a ligação da Física com a sua área profissional futura; c) esclarecer conceitos; d) estudar para o exame através da elaboração do relatório final; e) terem uma atitude activa nas aulas e na sua aprendizagem.

De seguida transcrevem-se quatro excertos das entrevistas representativos da opinião dos estudantes:

- *“Acho que tem vantagens no sentido que nos **insere um bocado na nossa futura área de trabalho**. Já tem mais a ver com o que vamos fazer. Acho que se tivéssemos a fazer um trabalho sobre um barco não teria grande sentido.”* (Erd-2)
- *“Acho importante, principalmente **no nosso ramo de engenharia civil... a elaboração deste projecto ajudou-me a estudar para o exame**.”* (Erd-3)
- *“As vantagens, como eu disse, **é mantermo-nos activos em relação a toda a matéria que vamos dando e depois como o projecto é entregue antes do exame permite-nos passar a limpo e relembrar toda a matéria que vai sair no exame**.”* (Erpl-6)
- *“... achei o projecto muito bom, porque através de um trabalho prático, que a maior parte dos colegas que acabar o curso vai encontrar nas obras, conseguiu-se **motivar e aplicar a física a uma coisa do dia-a-dia que nos ajuda a perceber-la melhor**...”* (Erpl-8)

Outra estratégia utilizada nas aulas Teórico-práticas foi o **Trabalho de Grupo**. Para a análise desta sub-dimensão criaram-se as seguintes categorias: a) **Relacionamento e Respeito**, onde foram incluídos todos os excertos das entrevistas relativos ao relacionamento existente entre os elementos do grupo e o respeito pelas ideias dos outros; b) **Opinião** sobre o trabalho de grupo. Esta categoria ainda foi dividida em duas subcategorias, **Vantagens** e **Desvantagens**, onde se incluíram as vantagens ou desvantagens referidas pelos estudantes sobre o trabalho de grupo. A Figura 5.8 mostra as categorias de análise desta estratégia.

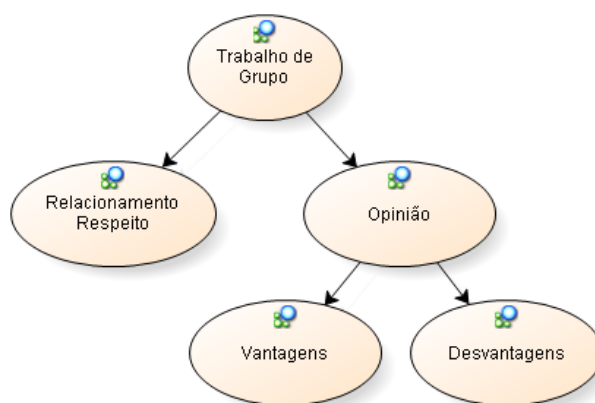


Figura 5.8: Categorias de análise da sub-dimensão Trabalho de Grupo

A análise das categorias da estratégia **Trabalho de Grupo** encontra-se na Tabela 5.27.

Tabela 5.27: Categorias analisadas na estratégia Trabalho de Grupo

Trabalho de Grupo/ Regime	Relacionamento e Respeito		Opinião			
			Vantagens		Desvantagens	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Total	6	33,3	12	66,7	7	38,9
RD	2	20,0	6	60,0	5	50,0
RPL	4	50,0	6	75,0	2	25,0

Analisando a categoria **Relacionamento e Respeito**, verifica-se que 33,3% dos estudantes referiram que o Trabalho de Grupo foi importante para desenvolver competências a nível de relacionamento inter-pessoal e respeito pelo trabalho e opinião dos outros. Analisando esta categoria, em termos de regime, pode-se dizer que os estudantes do regime diurno pós-laboral mencionaram a importância do Trabalho de Grupo no desenvolvimento destas competências mais vezes que os do regime diurno (50,0% contra 20,0%). Transcrevem-se dois excertos ilustrativos da opinião dos estudantes:

- *“Acho que as discussões são importantes porque o trabalho de grupo também serve para **desenvolver as capacidades de saber aceitar as opiniões diferentes, de ter paciência com os colegas...**” (Erd-2)*

- *“Às vezes há pessoas que têm alguma dificuldade em trabalhar em grupo e isso também se aprende...**aprende-se a trabalhar em grupo, aprende-se a respeitar a opinião dos outros e aprende-se também a beber um bocado do que os outros têm para nos ensinar...**” (Erpl-6)*

Analisando a categoria **Opinião**, na subcategoria **Vantagens**, pode-se afirmar que 66,7% dos estudantes referiram existir vantagens em trabalhar em grupo, nomeadamente porque contribui para: a) o desenvolvimento de competências para enfrentar mais tarde a sua vida profissional; b) uma melhor aprendizagem devido à troca de conhecimentos entre os vários elementos do grupo; c) a promoção de uma participação mais activa nas aulas. Transcrevem-se alguns excertos onde os estudantes apontam algumas das vantagens de trabalhar em grupo:

- *“Acho que é uma **boa maneira de apelar aos alunos para participarem nas aulas**, não é uma aula que estamos ali sozinhos, assim podemos falar **ou discutir entre colegas as nossas opiniões para chegarmos a um consenso para ver como vamos fazer**. Torna as aulas mais atractivas. Se eu tenho uma ideia e o meu colega outra, nós temos que ver qual a melhor ideia e quem está certo.” (Erd-13)*
- *“**Nós no nosso dia-a-dia precisamos sempre de trabalhar em grupo**, não conheço nenhuma função que seja isolada portanto acho fundamental. As discussões em grupo desenvolveram o espírito de grupo dentro e fora das aulas. Desenvolveram um entrosamento.” (Erpl-12)*

Apenas, 38,9% dos estudantes (50,0% do regime diurno e 25,0% do regime diurno pós-laboral) referiram existir desvantagens em trabalhar em grupo. As principais desvantagens apontadas pelos estudantes foram: a) a dificuldade em conciliar um horário para se encontrarem; b) a falta de respeito e dificuldade de relacionamento entre os colegas de grupo, nomeadamente por haver elementos do grupo que não trabalham; c) a

existência de diferentes ritmos de trabalho e empenho. Para ilustrar o referido transcrevem-se as opiniões dos estudantes:

- *“Muitas vezes o problema dos trabalhos de grupo é **haver um horário em que os alunos estejam todos disponíveis.**”* (Erd-1)
- *“A minha opinião sobre os trabalhos de grupo é sempre um bocadinho delicada. **Há sempre quem trabalhe mais, quem trabalhe menos...**”* (Erpl-8)

Como referido anteriormente, o **Feedback** dado às tarefas desempenhadas pelos estudantes foi uma das estratégias implementadas nas aulas Teórico-práticas. Assim, criaram-se duas categorias de análise: a) **Feedback dado ao Projecto do Elevador da Física (PEF)**; b) **Feedback dado aos Trabalhos Para Casa (TPC)**. A Tabela 5.28 mostra a análise realizada para esta sub-dimensão nestas duas categorias.

Tabela 5.28: Feedback versus PEF e TPC

Feedback/ Regime	Feedback no PEF		Feedback nos TPC			
			Havia		Não Havia	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Total	6	33,3	14	77,8	4	22,3
RD	0	0,0	6	60,0	4	40,0
RPL	6	75,0	8	100,0	0	0,0

Da análise desta tabela pode-se constatar que relativamente ao **Projecto do Elevador da Física** a maioria dos estudantes do regime diurno pós-laboral (75,0%) referiram ter tido *feedback* às tarefas propostas. Deve salientar-se que os estudantes do regime diurno não referiram, nas entrevistas, ter tido qualquer *feedback* às tarefas desse projecto. Para ilustrar a opinião dos estudantes sobre esta estratégia transcrevem-se os seguintes excertos dos estudantes do regime diurno pós-laboral:

- *“**Houve feedback por parte do professor às várias versões entregues. No nosso caso o relatório sobre o trabalho do elevador foi feito ao longo do semestre e durante esse tempo entregamos duas versões preliminares que depois foram sendo corrigidas.**”* (Erpl-7)

- *“A meio do semestre apresentamos um relatório preliminar com as tarefas feitas até essa data. Íamos solicitando ajuda/opinião ao professor durante todo o semestre e ele ia-nos dizendo como estávamos a evoluir.”* (Erpl-11)

Em relação ao **Feedback dado aos Trabalhos Para Casa** (TPC) verifica-se que a maior parte dos estudantes (77,8%) disseram, nas entrevistas, que este existiu. Analisando em termos de regime de estudantes deve salientar-se que todos os estudantes do regime diurno pós-laboral disseram ter tido *feedback* aos Trabalhos Para Casa, enquanto que apenas 60,0% dos estudantes do regime diurno o referiram, sendo que os restantes (40,0%) afirmaram não ter tido qualquer *feedback*.

Transcrevem-se algumas opiniões dos estudantes de forma a ilustrar esta análise, sendo os dois primeiros referentes há existência de *feedback* e os restantes à não existência de *feedback*:

- *“...os TPC eram enviados por e-mail e o professor dizia-nos sempre alguma coisa quando estava mal.”* (Erpl-6)
- *“O professor dava sempre o feedback desses trabalhos.”* (Erpl-14)
- *“O professor nunca me disse nada sobre os Trabalhos Para Casa.”* (Erd-4)
- *“...nós não tínhamos Trabalhos Para Casa.”* (Erd-17)

A estratégia **Trabalhos Para Casa** será analisada em conjunto com a sub-dimensão **Opinião Geral**, na categoria de **Aprendizagem com os TPC**.

Como já foi referido, para além das **Estratégias**, a outra sub-dimensão analisada nas aulas Teórico-práticas foi a **Opinião Geral**. A análise desta sub-dimensão fez-se segundo duas novas sub-dimensões (Figura 5.9): a) **Apoio do Professor**; b) **Aprendizagem**.

Para análise da sub-dimensão **Apoio do Professor** foram criadas três categorias: a) **Sim**; b) **Não**; c) **Quando Solicitado**. Nas duas primeiras categorias, incluíram-se os excertos das entrevistas dos estudantes onde referiram ter tido, ou não, apoio constante por parte do professor. Na última foram categorizados os trechos das entrevistas em que foi referido pelos estudantes que o professor lhes dava apoio apenas quando solicitado. A

análise da sub-dimensão **Aprendizagem** foi realizada com recurso a quatro categorias: a) **Aprendizagem com o Projecto do Elevador da Física (PEF)**; b) **Aprendizagem com o Trabalho de Grupo (TG)**; c) **Aprendizagem com o Feedback**; d) **Aprendizagem com os Trabalhos Para Casa (TPC)**. Em cada uma destas categorias foram incluídas as declarações dos estudantes sobre a importância que cada uma destas estratégias teve na sua aprendizagem.

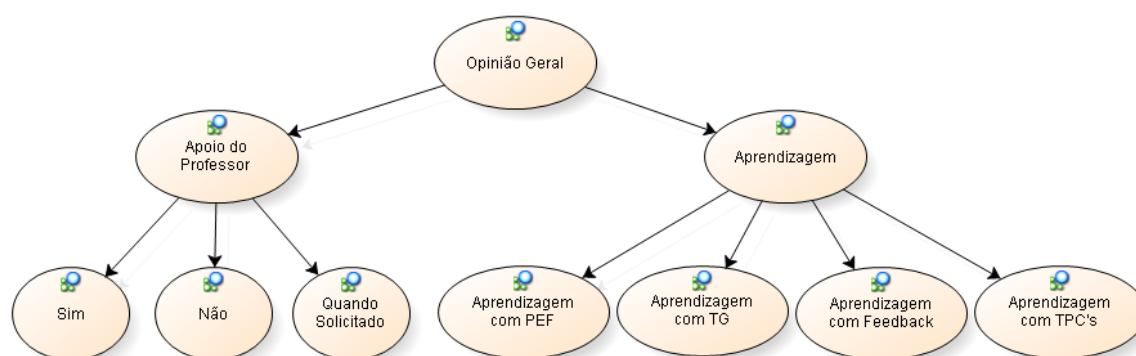


Figura 5.9: Sub-dimensões e categorias de análise da sub-dimensão Opinião Geral sobre as aulas Teórico-práticas

Analisando a sub-dimensão **Apoio do Professor** dado durante as aulas Teórico-práticas pode-se afirmar que dos estudantes entrevistados, 44,4% referiram que o professor lhes dava apoio durante as aulas Teórico-práticas, 33,3% dos estudantes disseram não ter tido apoio durante estas aulas e finalmente 22,3% dos estudantes disseram ter tido apoio do professor apenas quando o solicitavam (Tabela 5.29).

Tabela 5.29: Dimensão Opinião Geral referente às aulas Teórico-práticas

Opinião Geral/ Regime	Apoio do Professor						Aprendizagem	
	Sim		Não		Quando Solicitado			
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Total	8	44,4	6	33,3	4	22,3	17	94,4
RD	2	20,0	6	60,0	2	20,0	9	90,0
RPL	6	75,0	0	0,0	2	25,0	8	100,0

Analisando a Tabela 5.29, na sub-dimensão **Apoio do Professor** pode-se constatar que há uma grande diferença entre as respostas dos estudantes do regime diurno e do regime

diurno pós-laboral. Assim, no regime diurno apenas 20,0% dos estudantes entrevistados referiram ter tido apoio do professor nas aulas Teórico-práticas, enquanto que no regime diurno pós-laboral 75,0% dos estudantes referiram que se sentiram apoiados durante as aulas. De salientar que a maior parte dos estudantes do regime diurno (60,0%) mencionaram não terem tido qualquer apoio por parte do professor nas aulas Teórico-práticas. Em contrapartida, nenhum estudante do regime diurno pós-laboral referiu não ter tido apoio por parte do professor. Para ilustrar a opinião dos estudantes transcrevem-se quatro excertos, os dois primeiros ilustram o apoio dado pelos professores nas aulas Teórico-práticas e os restantes ilustram a falta de apoio sentida:

- ***“Nas aulas o professor tinha uma aproximação constante aos grupos e um esclarecimento das dúvidas de forma personalizada. Fora das aulas a disponibilidade foi total.”*** (Erpl-12)
- ***“A professora estava sempre presente para o que fosse necessário dentro e fora da aula.”*** (Erd-16)
- ***“Nas aulas Teórico-práticas quanto a mim não funcionou ... não havia por parte do professor uma ajuda para sairmos dali, para avançarmos. A professora não adiantava nenhum tipo de ajuda...”*** (Erd-1)

A seguinte transcrição, embora longa, é apresentada pela riqueza da analogia apresentada pelo estudante.

- ***“Grupos formados e uma folha e safai-vos...Passado um bocado lá vinha o professor e dava uma ajuda, mas lá está, precisava de um ajuste grande as aulas Teórico-práticas. Porquê? Vou dar um exemplo...um bom pastor sai de casa com as ovelhas para as levar a pastar. Leva-as para aqui e para ali onde sabe que há a melhor erva, não as deixa fugir, também não pasta por elas...mas orienta-as...para depois colher a melhor lã. Se em vez disso o pastor acordasse de manhã, fosse buscar o jornal, abrisse a porta às ovelhas e as deixasse sair, provavelmente ao fim do dia até podia ter algumas mas outras já se tinham perdido e nunca poderia garantir a qualidade da lã. Era o que***

acontecias nas Teórico-práticas. Se eu tenho uma profissão diferente da sua e se eu um dia de manhã lhe pedir para desempenhar a minha função, se calhar não consegue desempenhar se nunca me vir a desempenhá-la, mas se me vir a fazer uma, duas, três vezes é capaz da sua primeira vez ser bastante melhor. Se nunca vir é um bocado assim, vai-se safar, desenrascar...” (Erd-14)

Analisando as aulas Teórico-práticas na sub-dimensão **Aprendizagem**, verifica-se que a diferença de opinião entre os dois regimes de estudantes não é assinalável: 90,0% para os estudantes do regime diurno e 100,0% para os estudantes do regime diurno pós-laboral (Tabela 5.29). A maior parte dos estudantes entrevistados (94,4%) reconheceram que estas aulas foram importantes para a sua aprendizagem porque foi nestas aulas que fizeram a aplicação prática dos assuntos abordados nas aulas Teóricas e é impossível aprendê-los sem aplicá-los na resolução de exercícios e problemas. Para mostrar a opinião dos estudantes sobre a importância das aulas Teórico-práticas para a sua aprendizagem transcrevem-se dois trechos:

- *“As Teórico-práticas são fundamentais porque a teoria diz-nos o que na prática podemos aplicar da física, mas depois é preciso saber resolver os problemas. É preciso saber optar por qual solução usar para determinado problema. Não basta saber as fórmulas...”* (Erpl-5)
- *“...as aulas Teórico-práticas obriga-nos a praticar os exercícios ... se houver uma dúvida num exercício podemos comentar com um colega e discutirmos as ideias para a resolução ou perguntar ao professor como é que se faz...”* (Erd-13)

Analisando a relação existente entre as estratégias utilizadas nas aulas Teórico-práticas e a aprendizagem (Tabela 5.30), pode-se constatar que as estratégias que os estudantes consideraram como mais promotoras de aprendizagem foram o **Projecto do Elevador da Física** (PEF) e os **Trabalhos Para Casa** (TPC) (72,2% e 77,8%, respectivamente). Com

menos referências foram o **Trabalho de Grupo** e o **Feedback** dado a todas a todas as tarefas propostas (33,3% e 27,7%, respectivamente).

Tabela 5.30: Aprendizagem versus estratégias das aulas Teórico-práticas

Aprendizagem/ Regime	PEF		Trabalho de Grupo		Feedback		TPC	
	Nº	%	Nº	Nº	Nº	%	Nº	%
Total	13	72,2	6	33,3	5	27,7	14	77,8
RD	6	60,0	4	40,0	1	10,0	7	70,0
RPL	7	87,5	2	25,0	4	50,0	7	87,5

Os dois regimes de estudantes consideraram o **Projecto do Elevador da Física** e os **Trabalhos Para Casa** importantes para a sua aprendizagem, sendo que os estudantes do regime diurno pós-laboral os mencionaram mais vezes (87,5% contra 60,0% para o Projecto do Elevador da Física; 87,5% contra 70,0% para os TPC). As maiores diferenças encontradas são no **Trabalho de Grupo** e no **Feedback**. Verifica-se que o **Trabalho de Grupo** foi mais vezes mencionado como importante para a aprendizagem pelos estudantes do regime diurno (40,0% contra 25,0%). Este facto está concordante com a falta de apoio, por parte do professor, referido pelos estudantes do regime diurno, porque não tendo tido esse apoio, possivelmente tentavam colmatar as suas dificuldades dentro do seu grupo de trabalho. No caso do **Feedback** este foi referido como importante para a aprendizagem para 50,0% dos estudantes do regime diurno pós-laboral, e apenas por 10,0% dos estudantes do regime diurno. Também este facto está de acordo com a falta de apoio referida pelos estudantes e pela ausência de *feedback* mencionada por alguns dos estudantes do regime diurno.

Assim, em termos de estratégias os estudantes referiram que os **Trabalhos Para Casa** (TPC) foram importantes porque: a) obrigavam ao estudo autónomo; b) permitiam identificar quais as dificuldades e tentar colmatá-las; c) colocavam em prática o conhecimento adquirido; d) permitiam estudar todos os assuntos abordados desde o início e progredir consoante a sua evolução.

De forma a mostrar a importância dada pelos estudantes aos trabalhos para casa e a sua relação com a aprendizagem transcrevem-se alguns excertos das entrevistas:

- ***“...uma coisa é fazermos o exercícios com acompanhamento outra coisa é pensarmos por nós próprios. A assimilação da matéria é feita de maneira diferente. Considero o trabalho de casa como uma consolidação do que foi dado na aula.”*** (Erpl-12)
- ***“...porque é uma forma do aluno estudar fora das aulas, de aplicar a matéria aprendida...”*** (Erd-16)

Relativamente ao **Projecto do Elevador da Física (PEF)**, os estudantes referiram a sua importância para a aprendizagem porque: a) permitiu a interligação e sistematização de conceitos e sua aplicação à prática; b) abrangeu todos os conteúdos leccionados permitindo a sua aplicação na resolução dos problemas; c) permitiu acompanhar a disciplina, com tarefas/problema ao longo do semestre; d) permitiu estarem activos e participativos na sua aprendizagem. Transcrevem-se alguns excertos das entrevistas em que os estudantes falam sobre a relação do Projecto do Elevador da Física com a sua aprendizagem:

- ***“Acho que é bom ter porque ajuda melhorar a aprendizagem da disciplina e também ficamos com a ideia de como é fazer uma coisa prática. Aplicar a física, aquelas fórmulas todas a uma coisa prática.”*** (Erd-4)
- ***“...assim a matéria estava sempre presente, podíamos corrigir alguns erros. As tarefas estavam ligadas umas às outras. Ou seja, as tarefas tinham seguimento por vezes tínhamos que voltar a trás para corrigir e perceber melhor a matéria.”*** (Erpl-9)

No que respeita ao **Trabalho de Grupo**, os estudantes referiram que este foi importante para a sua aprendizagem porque as discussões ocorridas no seio do grupo permitiram: a) a consolidação de conhecimentos; b) o aprofundamento dos conteúdos

leccionados; c) a aprendizagem com os colegas. De forma a ilustrar a opinião dos estudantes transcrevem-se dois excertos das entrevistas:

- *“Acho muito importante. São duas cabeças a pensar. Eu posso saber uma coisa, a outra pessoa não e discutimos e ficamos os dois a saber...”* (Erd-3)
- *“É ótimo porque as discussões que ocorreram para além de motivarem, ajudam à compreensão. É sem dúvida uma forma de aprendizagem pois todos nós discutimos, todos nós tentamos arranjar soluções e depois conseguimos consolidar toda a informação para que apresentássemos um trabalho.”* (Erpl-7)

Finalmente, sobre o **Feedback** dado pelo professor às tarefas propostas, os estudantes disseram que este contribui para a aprendizagem porque permitiu: a) identificar os erros, aprender com eles, corrigindo-os; b) identificar os assuntos onde precisam de estudar mais. Transcrevem-se dois excertos de forma a ilustrar a opinião dos estudantes:

- *“Eram importantes, porque uma pessoa tem que aprender com os erros... indicações que o professor nos dava ajudava-nos a perceber onde erramos e a corrigir.”* (Erd-2)
- *“Para mim o feedback era importante porque se cometia um erro e me era dito e corrigido, aprendia e podia evoluir no estudo.”* (Erpl-11)

5.2.3 Aspectos globais

A disciplina de Física I, para além da dimensão **Aulas**, foi analisada na dimensão **Aspectos Globais**.

Para análise desta dimensão recorreu-se a seis novas sub-dimensões (Figura 5.10):

- **Importância** – Esta sub-dimensão foi, ainda subdividida em: a) **Disciplina**; b) aulas **Teóricas**; c) aulas **Teórico-prática**; d) **Moodle**. Na primeira incluíram-se as transcrições onde os estudantes referiram a importância da disciplina para

o seu Curso e para o seu futuro profissional. Nas últimas foram incluídas as opiniões dos estudantes sobre a importância que estas aulas, e a utilização da plataforma *Moodle*, tiveram para o sucesso da disciplina.

- **Avaliação e Bonificação** – Nesta sub-dimensão analisaram-se as opiniões dos estudantes no que respeita ao sistema de avaliação e à bonificação na disciplina e à sua influência na promoção do interesse, empenho e aprendizagem dos estudantes.
- **Estratégia vs Aprovação** – Esta sub-dimensão foi subdividida em: a) **Causas**, em que os estudantes referiram possíveis causas para o insucesso verificado em anos anteriores; b) **Estratégias**, onde se incluíram as opiniões dos estudantes sobre a possível relação existente entre as estratégias implementadas na disciplina e a sua aprovação.
- **Dificuldades** – Nesta sub-dimensão analisaram-se as dificuldades que os estudantes disseram ter sentido durante o semestre na disciplina de Física I.
- **Melhoria** – Nesta sub-dimensão analisaram-se as sugestões feitas pelos estudantes relativamente à melhoria das aulas Teóricas e Teórico-práticas.
- **Qualidade** – Esta sub-dimensão foi dividida em: a) **Concepção**, onde se analisou as concepções que os estudantes tinham sobre o que é qualidade de ensino; b) **Disciplina**, onde se analisou a opinião dos estudantes sobre a qualidade de ensino existente na disciplina de Física I.

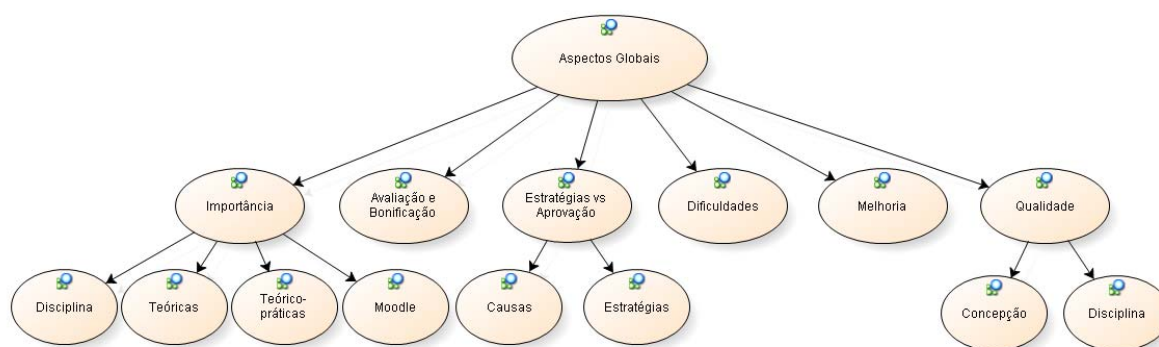


Figura 5.10: Sub-dimensões de análise da dimensão Aspectos Globais da disciplina de Física I

A Tabela 5.31 apresenta os resultados para a dimensão **Aspectos Globais** e sub-dimensão **Importância**.

Tabela 5.31: Importância da Disciplina versus sub-dimensões

Importância/ Regime	Disciplina		Teóricas		Teórico-práticas		Moodle	
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
Total	12	66,7	15	83,3	14	77,8	15	83,3
RD	6	60,0	9	90,0	8	80,0	10	100,0
RPL	6	75,0	6	75,0	6	75,0	5	62,5

Da análise da Tabela 5.31, verifica-se que 66,7% dos estudantes reconheceram a importância da disciplina para o curso e seu futuro profissional. Estes estudantes reconheceram que a disciplina de Física I é uma disciplina base na formação de um engenheiro, visto que, os conceitos abordados têm uma ligação à vida real, o que lhes permite ganhar sensibilidade para a profissão de um futuro engenheiro civil. Para exemplificar as opiniões dos estudantes transcrevem-se dois trechos das entrevistas:

- ***“... esta disciplina vai ser importante no meu futuro profissional porque é a base para outras disciplinas que formam o curso de engenharia civil.”*** (Erd-17)
- ***“Engenharia civil tem tudo a ver com a física, acho que vai ser importante, os conceitos físicos vão ser fundamentais.”*** (Erpl-7)

No que respeita às aulas **Teóricas**, 83,3% dos estudantes entrevistados referiram a importância destas na disciplina. A principal razão apontada para frequentar estas aulas foi a apresentação e explicação dos conteúdos abordados, pois seria difícil apreender estes conteúdos de outra forma. Para ilustrar o pensamento dos estudantes transcrevem-se dois excertos das entrevistas:

- *“acho que **são muito importantes** porque se não formos à teórica de física é difícil perceber a prática, **na prática são só fórmulas e se nós não soubermos de onde vem essas fórmulas é mais difícil utilizá-las...**”* (Erd-15)
- *“**Para mim é fundamental assistir às aulas, participar para perceber mais alguma coisa, porque estudar sozinho em casa é mais complicado.**”* (Erpl-8)

Analisando o que os estudantes disseram sobre as aulas **Teórico-práticas** pode-se afirmar que 77,8% dos entrevistados referiram que este tipo de aulas são importantes para a disciplina. Os estudantes acharam fundamentais as aulas Teórico-práticas pois eram o local onde resolviam e discutiam problemas e exercícios, aplicando os conhecimentos adquiridos nas aulas Teóricas. Para ilustrar este facto são transcritas duas passagens das entrevistas que reflectem esta forma de pensar:

- *“...a **aula Teórico-prática obriga-nos a praticar os exercícios e isso é importante** pois quem não for a uma aula Teórico-prática vai ter em casa o dobro ou o triplo do trabalho para perceber como é que se fazem os exercícios. **Indo à aula, se houver uma dúvida num exercício podemos comentar com um colega e discutirmos as ideias para a resolução ou perguntar ao professor como é que se faz.**”* (Erd-13)
- *“**É muito importante porque mais uma vez se põem em prática aquilo que se aprende nas aulas Teóricas.**”* (Erpl-7)

Finalmente, analisando a importância do **Moodle** pode-se constatar que 83,3% dos estudantes entrevistados referiram que este foi uma ferramenta importante para a disciplina. Os aspectos mais referenciados foram: a) materiais da disciplina disponíveis de

forma sistematizada e organizada; b) acessível a qualquer hora e em qualquer lugar; c) proporcionar a comunicação entre os estudantes e entre estudantes e professores. Para ilustrar a opinião dos estudantes sobre a importância do *Moodle* transcrevem-se dois extractos de duas entrevistas:

- ***“A importância é extrema, é pena só estar disponível para esta cadeira. Temos todo o material que precisamos de forma sistematizada e organizada. Para além de podermos tirar dúvidas a qualquer hora e consultar a qualquer momento e a qualquer hora.”*** (Erd-1)
- ***“Realçaria os desafios e a discussão aberta. O Moodle permite a disponibilização de toda a informação e parece-me muito importante principalmente para os alunos que têm pouca disponibilidade de tempo.”*** (Erpl-12)

Quando os estudantes foram inquiridos sobre a **Avaliação e Bonificação** todos os entrevistados disseram que o sistema de avaliação e bonificação promoveu o envolvimento, a participação e a motivação na disciplina e consequente aprendizagem. Também disseram que o facto do sistema de avaliação ter várias componentes foi um factor favorável pois: a) não houve a pressão de um único momento de avaliação; b) foi ao encontro dos diferentes tipos de estudantes. Os estudantes também consideraram a avaliação justa, pelo facto de ser uma avaliação contínua. Isso permitiu que os estudantes se sentissem acompanhados durante o semestre, o que fez aumentar a sua responsabilidade e consequente motivação. Alguns estudantes (25,0%) disseram que a bonificação os motivou a ir às aulas. Finalmente, refira-se que 30,0% dos estudantes do regime diurno afirmaram não lhe ter sido explicado os critérios do sistema de avaliação e bonificação praticados na disciplina. Para ilustrar o que os estudantes disseram apresentam-se cinco transcrições:

- ***“Este tipo de avaliação contribui sem dúvida para que os alunos se motivem nas aulas, para além de dar outra dinâmica às mesmas ... também é uma forma contínua de avaliar, sem estarmos sobre pressão de tempo, das salas***

de exame... pelo facto de haver várias formas de avaliar os alunos tem mais vantagens pois talvez se adaptem a uma delas...” (Erd-1)

- *“Penso que a parte dos desafios e o facto de haver bonificação por ir às Teóricas pode ser um incentivo para a participação nas aulas.” (Erd-4)*
- *“...tinha colegas que só iam as aulas Teóricas por causa da bonificação. Às outras não iam, mas aquela...” (Erd-16)*
- *“Esta avaliação é a melhor forma de acompanhar e estar atento à disciplina ... De alguma maneira, a avaliação assim é justa e mais abrangente que um exame. O aluno sabe que tem trabalhar durante o semestre mas de alguma maneira é recompensado e motiva os alunos a trabalhar. A bonificação pelo facto de estar sentado já ajuda e é um incentivo.” (Erpl-9)*
- *“Este tipo de avaliação motiva os alunos a participar. Sem sombra de dúvida que esta aproximação dos professores aos alunos, que só acontece quando existe uma avaliação tão apertada (avaliação e não fiscalização) faz com que os alunos se sintam motivados... No que respeita às bonificações acho que antes de mais são pontos que são atribuídos pela responsabilização.” (Erpl-12)*

Analisando a sub-dimensão **Estratégias vs aprovação** na vertente **Causas**, a maioria dos estudantes entrevistados apontaram como possíveis factores responsáveis pela baixa taxa de aprovação na disciplina, em anos anteriores, a falta de: a) interesse por parte dos estudantes; b) motivação; c) bases do ensino secundário. Analisando a vertente **Estratégias**, pode-se dizer que os estudantes reconheceram que a existência de estratégias inovadoras nesta disciplina promotoras da aprendizagem favorece o combate ao insucesso. De forma a mostrar esta linha de pensamento transcrevem-se dois extractos das entrevistas:

- *“Não queria ser radical, mas quanto a mim é a falta de interesse... insucesso só pode vir da falta de interesse...As medidas que estão a ser tomadas para*

que os alunos sejam mais participativos nas aulas vem de encontro a combater essa falta de interesse.” (Erd-1)

- ***“Acho que a baixa taxa de aprovação desta disciplina, e de todas em geral, deve-se pela análise que faço a uma falta de métodos de estudo...No entanto, se os alunos se sentirem motivados, forem maduros e responsáveis e corresponderem a todas as solicitações criam hábitos de estudo (estudam mesmo sem querer) e portanto é uma ajuda muito forte.”*** (Erpl-12)

Relativamente à sub-dimensão **Dificuldades**, pode-se afirmar que 61,1% dos estudantes entrevistados referiram as ter sentido. Em relação aos estudantes do regime diurno, 30,0% disseram que a sua maior dificuldade foi a falta bases. Dos estudantes do regime diurno pós-laboral, 62,5% apontaram como maior dificuldade a falta de tempo. Apenas para 25,0% desses estudantes a dificuldade sentida foi a falta de bases (à semelhança dos estudantes do regime diurno). É de referir que 38,9% dos estudantes disseram não ter tido quaisquer dificuldades na disciplina (em termos de regime, 60,0% dos estudantes eram do regime diurno e apenas 12,5% do regime diurno pós-laboral).

Para ilustrar o que os estudantes disseram apresentam-se duas transcrições:

- ***“As principais dificuldades que senti foram na compreensão dos assuntos abordados...tive que aprender outras coisas para chegar aqui e quando tentava alcançar os restantes colegas eles já tinham avançado para outra coisa, já estavam noutro nível.”*** (Erd-3)
- ***“Se calhar para mim foi a falta de tempo. Depois da descoberta foi fácil. Tive alguma dificuldade na interpretação do português. Depois é fácil porque na física há sempre mais de que um caminho para seguir.”*** (Erpl-9)

Em relação à sub-dimensão **Melhoria**, pode-se afirmar que 77,7% dos estudantes entrevistados fizeram pelo menos uma sugestão para a melhoria das aulas. As sugestões apresentadas pelos estudantes foram: a) turmas mais pequenas (quer nas aulas Teóricas quer nas aulas Teórico-práticas); b) maior número de horas lectivas semanais (quer nas

aulas Teóricas quer nas aulas Teórico-práticas); c) mesmo professor das aulas Teóricas e das aulas Teórico-práticas (estudantes do regime diurno); d) nas aulas Teóricas apresentarem mais exemplos relacionados com engenharia civil.

Para ilustrar o que os estudantes disseram apresentam-se quatro transcrições:

- *“Para melhorar sem dúvida, **turmas mais pequenas para ser possível o professor dar mais apoio.**” (Erd-1)*
- *“... **o professor das Teóricas deveria ser o mesmo das Teórico-práticas**, fazia com que os alunos fossem mais às aulas porque por vezes na teórica até entendemos o que foi dado mas chegamos à prática e já não sabemos.” (Erd-14)*
- *“... **era ter menos alunos por turma.** Aliás esta sugestão serve para todo o tipo de aulas... Isto porque se houver menos alunos há mais oportunidades, para todos os alunos que estão presentes, de confrontarem ideias com o professor e entre eles.” (Erpl-7)*
- *“...**a única sugestão que tenho é mais tempo, ou seja, mais horas lectivas.** Para mim foram importantes naquele tempo que fazíamos associação de conceitos, enquanto estávamos a discutir com o professor, com os colegas.” (Erpl-9)*

Analisando a sub-dimensão **Qualidade**, começando pela análise da sub-dimensão **Concepção**, pode-se afirmar que a concepção que os estudantes têm sobre qualidade de ensino está relacionada com: a) Professor; b) Estudantes; c) outros factores. (ver Figura 5.11)

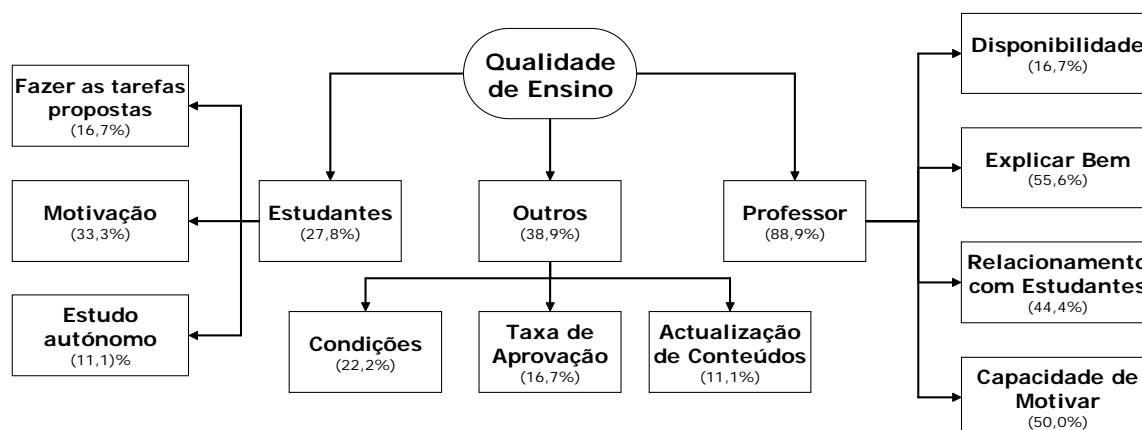


Figura 5.11: Concepção dos estudantes sobre o que é a qualidade de ensino

Da análise da Figura 5.11, pode-se afirmar que 88,9 % dos estudantes referiram que a qualidade de ensino depende do professor. Segundo os estudantes as características que um professor deve possuir para que haja qualidade de ensino são: a) capacidade de explicar bem (55,6%); b) capacidade para motivar os estudantes (50,0%); c) bom relacionamento com os estudantes (44,4%); d) disponibilidade para esclarecer dúvidas (16,7%).

Da análise dos resultados apresentados na mesma figura pode-se dizer que, apenas 27,8% dos estudantes referiram que a qualidade de ensino também está relacionada com os próprios estudantes. As características que os estudantes devem possuir para que a qualidade de ensino seja assegurada são: a) motivação para frequentar, aprender e trabalhar para a disciplina (33,3%); b) realizar as tarefas propostas da disciplina (16,7%); c) ter a capacidade de estudarem autonomamente (11,1%).

Finalmente, 38,9% dos estudantes referiram ainda a existência de outros critérios para que haja qualidade de ensino. Esses critérios foram: a) existência de boas condições, estando estas relacionadas com qualidade da instituição, das salas de aulas, dos materiais (22,2%); b) existência de uma boa taxa de aprovação (16,7%); c) necessidade de actualizar os currículos dos cursos (11,1%); d) conhecimentos e competências adquiridos pelos estudantes (5,6%).

De forma a ilustrar algumas das opiniões dos estudantes transcrevem-se dois excertos das entrevistas onde os estudantes definiram o que é, para eles, qualidade de ensino:

- ***“Qualidade de ensino passa pela forma de como motivar os alunos, depois avaliá-los e ter uma taxa de aprovação dentro do aceitável. Passa por estas 3 fases, o motivar, o avaliar e depois conseguir bons resultados.”*** (Erd-1)
- ***“Qualidade de ensino pressupõe termos boas condições nas aulas, ter um bom professor, que saiba explicar muito bem e que entende os problemas dos alunos... Também deve ter a capacidade de motivar os alunos.”*** (Erd-4)

Ainda sobre o conceito de qualidade a seguinte transcrição, apesar de longa, é apresentada pela riqueza do discurso.

- ***“Qualidade de ensino, na minha opinião, não é de forma alguma aquilo que está a ser feito, ou seja, avaliação de sucesso. Eu diria que qualidade de ensino é aplicação e a duração que os conhecimentos adquiridos têm na nossa vida, porque um aluno que consegue fazer um curso muito rapidamente com umas notas muito boas mas que não percebeu minimamente (fez uma colagem de informação) o raciocínio, não conseguiu adquirir conhecimentos aplicáveis no futuro, acho que isso não traz mais-valias à sociedade.... Em termos de sala de aula e sem querer ser injusto para os professores diria que qualidade de ensino é medida pela assiduidade dos alunos. Um aluno mais motivado vai condicionar a sua vida restante para poder estar na aula, mesmo que às vezes não seja fácil, e vejo também pela disponibilidade que as pessoas mostram para as matérias. Há alunos que vêm a matéria como sendo abstracta e distante e à partida nunca a verão como sendo da sua área de actuação e portanto nunca poderão ter grande motivação. Acho fundamental ainda a avaliação que deverá ser feita pelos professores ao seu próprio trabalho. Se eu fosse professor avaliaria o meu trabalho pelas questões que os meus alunos me colocam, pela persistência que os alunos têm na matéria. Porque um aluno que cinge a sua aprendizagem a uma aula, que não procura buscar mais matéria que não se sente motivado a tentar***

perceber melhor a tentar aplicá-la nos vários campos de acção é porque algo está a falhar. Quando as pessoas procuram ajustar o ensino, a matéria à sua vida real acho que este será o expoente máximo de concretização de ensino. Para melhorar acho que deve haver sempre a preocupação de manter a aproximação entre a faculdade e a vida prática. No que respeita a isto costumo brincar que no ensino japonês em que se diz (nunca lá estudei...) que as pessoas tendem a não copiar porque todo o conhecimento que adquirem nas faculdades é aplicável nas suas vidas futuras, ou seja, quem for um cábula mais tarde não vai saber aplicar porque nunca o soube. Acho que o sistema de ensino português premeia o contrário, premeia que não sejamos muito empenhados porque mais tarde ninguém nos vai pedir grandes conhecimentos práticos do que aprendemos. Ou se exigem raramente tem a capacidade (infelizmente) de avaliar o nosso trabalho.” (Erpl-12)

Finalmente, analisando o que os estudantes disseram sobre a **Qualidade da Disciplina** de Física I, pode-se afirmar que 88,9% dos estudantes entrevistados disseram que a disciplina tem qualidade. No que respeita ao regime de estudantes, 80,0% dos estudantes do regime diurno afirmaram que esta teve qualidade e os restantes 20,0% disseram que a qualidade da disciplina era mediana, justificando-a com a falta de apoio que sentiram e por haver separação entre as aulas Teóricas e Teórico-práticas. Em relação ao regime diurno pós-laboral, todos os estudantes afirmaram que a disciplina de Física I teve muita qualidade de ensino. Para justificar este facto, os estudantes disseram que durante todo o semestre se sentiram motivados e acompanhados pelo professor. Para ilustrar a opinião dos estudantes transcrevem-se quatro excertos de entrevistas:

- ***“Na disciplina de Física I penso que havia boa qualidade de ensino, pois eu tive motivação para ir às aulas, para participar nos trabalhos, para estudar para o exame, senti-me apoiado com material, com disponibilidade da parte dos professores. A nível da avaliação senti que estava a ser bem avaliado e a nota também foi de acordo.”*** (Erd-1)

- ***“A disciplina de Física I acho que tem uma boa qualidade de ensino porque de alguma forma os professores se esforçam para nos explicar as coisas e conseguimos compreender...”*** (Erd-4)

- ***“No que respeita à disciplina de Física I ... em termos de qualidade acho que foi muito, muito boa não só pela minha opinião mas pela opinião global das pessoas com que eu me socializo e que frequentam a disciplina. Acho que foi muito boa, em termos de interacção com o professor...O professor teve a capacidade de em todas as matérias dadas pôr em prática situações de vida real....”*** Vocês conseguem ver isto através disto...” ***O sucesso da disciplina tem a ver com isso com o intercâmbio que o professor conseguiu estabelecer com os alunos. Tem a ver com o esforço que ele dedicou, tem a ver com a resposta que ele deu às dúvidas e muitas vezes às incertezas dos alunos, pelo menos no que diz respeito a mim, houve determinadas alturas em que andava um bocado sem certeza do que ia fazer e ele conseguiu captar a minha atenção e ao mesmo tempo fazer-me sentir responsável, porque nada se faz sem a nós darmos de nós, para eu fazer a disciplina.”*** (Erpl-6)

- ***“A qualidade de ensino de Física 1 foi muito boa. Excelente porque nós estávamos sempre envolvidos com a disciplina, estávamos sempre com trabalhos constantes, que nos proporcionava um acompanhamento constante...”*** (Erpl-9)

De notar que, os aspectos referidos foram já sendo explicitados anteriormente a propósito das outras dimensões e sub-dimensões de análise. O facto de eles serem novamente referidos pelos estudantes, quando solicitados a pronunciarem-se sobre aspectos gerais da qualidade da disciplina de Física I, reforça a relevância dos mesmos para os estudantes entrevistados.

5.3 Análise do Projecto do Elevador da Física

Nesta secção começar-se-á por analisar os relatórios finais do Projecto do Elevador da Física elaborados pelos vários grupos de estudantes. Para isso, solicitou-se aos vários

docentes que leccionaram as aulas Teórico-práticas, os relatórios dos seus estudantes para análise. Apenas os docentes A, B, C e D responderam ao solicitado. Obtiveram-se, assim, para análise 26 relatórios, sendo 19 do regime diurno e 7 do regime diurno pós-laboral.

Da análise efectuada até ao momento, quer do questionário quer das entrevistas, verifica-se que há claras diferenças de opinião entre os estudantes do regime diurno e do regime diurno pós-laboral. Para além deste factor, o docente-investigador (docente B) não observou, nem acompanhou o processo de elaboração dos relatórios finais dos estudantes orientados pelos outros docentes. Assim, a análise dos relatórios do Projecto do Elevador da Física fazer-se-á separadamente, iniciando-se com a análise dos relatórios dos estudantes do regime diurno pós-laboral. De seguida, analisar-se-á, de uma forma sumária, os do regime diurno. Nesta secção ainda se irá analisar a importância do *feedback* para a elaboração do relatório final. Por fim, analisar-se-á as reflexões realizadas pelos estudantes do regime diurno pós-laboral sobre o Projecto do Elevador da Física.

5.3.1 Análise dos relatórios dos estudantes do regime diurno pós-laboral

Nesta subsecção vai-se analisar as respostas às tarefas/problema constantes nos relatórios finais do Projecto do Elevador da Física dos estudantes do regime diurno pós-laboral.

No regime diurno pós-laboral existiam sete grupos de estudantes, todos os estudantes pertenciam à mesma turma e, como já mencionado, o docente responsável pela leccionação era o docente-investigador (docente B). Nem todos os grupos entregaram versões preliminares de forma a obterem *feedback* ao longo do semestre. Dos sete grupos, três entregaram versões preliminares e um quarto marcou várias sessões de esclarecimento fora das aulas. De referir que os estudantes sempre tiveram *feedback* às tarefas durante as aulas. Na subsecção 5.3.4 ir-se-á abordar este assunto com mais detalhe.

De forma a identificar os grupos durante a análise dos relatórios, estes foram numerados de 1 a 7 e denominados de Grpl-1 a Grpl-7. Os grupos Grpl-1, Grpl-2 e Grpl-3

tiveram *feedback* às versões preliminares. O grupo Grpl-4 foi o grupo que optou por solicitar várias sessões de esclarecimento.

O Projecto do Elevador da Física tinha, na sua totalidade, nove tarefas/problema semanais. Na tarefa/problema 1 pretendeu-se que, os estudantes idealizassem um elevador e que o dimensionassem nos seus diferentes parâmetros. Deviam também, explicar a importância da utilização do contrapeso.

No que respeita, ao dimensionamento do elevador, tendo em conta os parâmetros mencionados no enunciado, todos os grupos de trabalho conseguiram atingir os objectivos propostos. A título de exemplo apresenta-se, na Figura 5.12, um dimensionamento elaborado por um dos grupos.

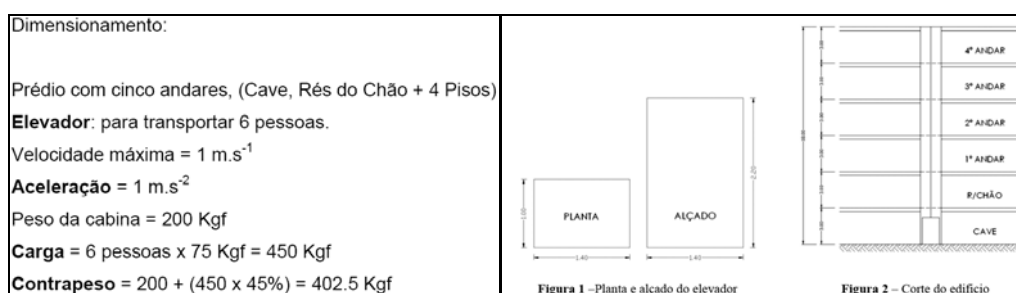


Figura 5.12: Exemplo do dimensionamento do elevador (Grpl-2)

Relativamente à vantagem do uso do contrapeso verificou-se que, cinco grupos tentaram explicar a vantagem da existência de um contrapeso. Embora, algumas das respostas dadas fossem incompletas e uma era mesmo incorrecta, como se pode verificar, analisando as respostas dadas por dois grupos. A primeira resposta resulta de um grupo que entregou versões preliminares (Figura 5.13), enquanto que a segunda (Figura 5.14) resulta de um grupo que apenas entregou a versão final.

As vantagens da existência do contrapeso são as seguintes:

1ª – Reduzir o esforço do motor, aumentando desta forma a poupança, porque vai permitir o uso de motores menos potentes e por conseguinte vai diminuir o consumo de energia. (O elevador com meia carga vai implicar um esforço virtual de valor 0 no motor)

2ª - A outra função do contrapeso é manter os cabos em tensão.

Figura 5.13: Exemplo de uma resposta à tarefa/problema 1 (Grpl-2)

Este grupo conseguiu compreender algumas das vantagens da utilização do contrapeso, tais como: a) utilizar motores com menor potência nominal e consequente menor consumo energético, visto que, a força resultante do sistema é menor; b) manter os cabos tensionados. No entanto poderiam, ainda, ter referido que o contrapeso, também, permite manter um maior equilíbrio do elevador e movimentos iniciais e finais mais suaves.

A segunda resposta apresentada mostra que, os estudantes compreenderam que o contrapeso teria como função diminuir a potência do motor. No entanto, a justificação dada por eles é errada, pois a força exercida pelo motor não anula a do contrapeso, ou seja, não compreenderam qual o sistema de forças envolvido.

A vantagem de uso de contrapeso é que o motor vai fazer menos esforço uma vez que a força exercida pelo elevador e pelo contrapeso vão-se anular.

Figura 5.14: Exemplo de uma resposta errada à tarefa/problema 1 (Grpl-7)

Na tarefa/problema 2, pretendeu-se que, os estudantes explicassem, usando a 1ª lei de Newton, em que situação existia maior probabilidade de um fio, preso a uma caixa, partir durante o movimento do elevador. Dos sete grupos analisados, seis definiram e aplicaram correctamente a 1ª lei de Newton na explicação pedida. Só um grupo não conseguiu responder correctamente ao solicitado.

Em seguida, analisam-se duas respostas dadas para a resolução deste problema. Na primeira, Figura 5.15, os estudantes enunciaram a 1ª Lei de Newton e conseguiram explicar com sucesso quais os instantes em que existiria maior probabilidade de o fio partir.

Tensão provocada pelo movimento do elevador:

Fez-se a experiência entrando no elevador com uma caixa pendurada por um fio, após a experiência concluiu-se que:

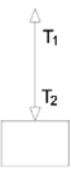
O fio pode-se partir durante o início do movimento ascendente, ou seja, na aceleração do elevador, devido ao aumento da tensão do fio, e também no fim do movimento descendente do elevador quando este pára:

Tal facto deve-se a 1ª Lei de Newton, segundo a qual os objectos tendem a manter o seu estado inicial, então a caixa tende a manter o seu estado de repouso ou de movimento rectilíneo uniforme (M.R.U.), criando assim uma maior tensão no fio, podendo este vir a partir.

Figura 5.15: Exemplo de uma resposta correcta da tarefa /problema 2 (Grpl-4)

A segunda resposta analisada (Figura 5.16) mostra que, os estudantes não compreenderam o que lhes era perguntado. As equações apresentadas para a resolução desta tarefa/problema não fazem sentido. De referir que, a resolução feita pelos estudantes está relacionada com uma pergunta conceptual apresentada nas aulas Teóricas (Figura 5.17) onde se discutiu em qual das situações um fio partiria mais facilmente. Esta pergunta conceptual e a tarefa/problema têm em comum o facto de se perguntar em que situação existe maior probabilidade de um fio partir. Os estudantes, provavelmente, usaram o mesmo método de resolução para as duas situações sem compreenderem que são realidades físicas diferentes.

Foi-nos proposto um problema que consistia numa pessoa que transportava uma caixa pendurada por um fio muito frágil e apanhava o elevador quando este se encontrava a meio do edifício. A pergunta era quando o fio se parte, se quando o elevador iniciava o movimento ascendente, descendente, quando pára, ou ainda quando está em movimento uniforme.



$$\begin{cases} \Sigma F_x = 0 \\ \Sigma F_y = 0 \end{cases} \quad \begin{cases} T_1 \cos \theta = T_2 \cos \theta \\ \text{---} \end{cases} \quad \begin{cases} T_1 = T_2 \\ T \sin \theta + T \sin \theta = F_g \end{cases} \quad \begin{cases} 2T \sin \theta = F_g \end{cases}$$

$$T = \frac{F_g}{2 \sin \theta}$$

Como θ varia entre 0° e 90°

$$\theta = 0^\circ \Rightarrow \sin 0^\circ = 0 \Rightarrow T = \frac{F_g}{0} = \infty (T_{\text{máxima}})$$

$$\theta = 90^\circ \Rightarrow \sin 90^\circ = 1 \Rightarrow T = \frac{F_g}{2} (T_{\text{mínima}})$$

Quando o elevador está a descer $T_d = F_g + P$
 Quando o elevador está a subir $T_s = -F_g + P$
 A ruptura do fio acontece quando o elevador está a descer.

Figura 5.16: Exemplo de uma resposta incorrecta da tarefa/problema 2 (Grpl-7)

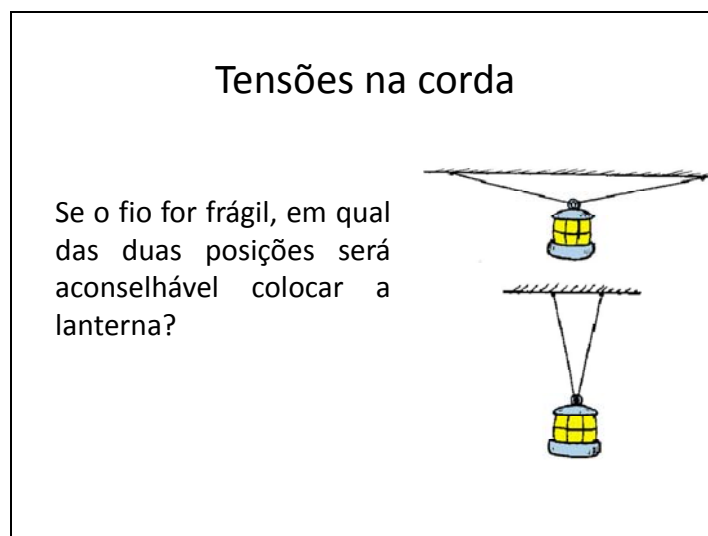


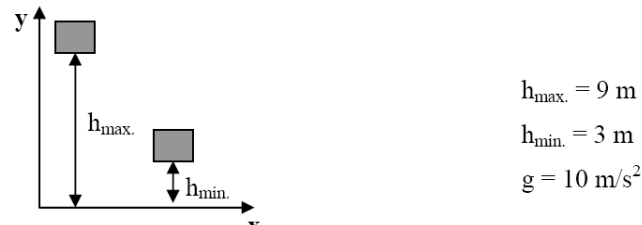
Figura 5.17: Pergunta conceptual discutida na aula Teórica sobre “Análise Vectorial e 1ª lei de Newton”

Com a tarefa/problema 3 pretendeu-se que, os estudantes mobilizassem conhecimentos e raciocínios sobre o modelo de queda livre.

Foram analisadas as respostas dadas pelos diferentes grupos a esta tarefa/problema e, a primeira conclusão que se pode tirar é que todos os grupos conseguiram, com sucesso, escrever as equações do movimento, queda livre, e aplicá-las à sua situação. Este facto, poderá estar relacionado com a prática que os estudantes têm na aplicação das equações deste tipo de movimento, pois é considerado um “problema típico”.

As dificuldades apresentadas, pelos estudantes, prendem-se com as aproximações que deviam ter feito. Apenas cinco dos grupos referiram que tinham que desprezar a resistência do ar e as forças de atrito existentes nas calhas do elevador. Os restantes grupos não discutiram as aproximações necessárias para a sua resolução, limitaram-se a aplicar as equações. Nenhum grupo referiu o facto de o movimento ocorrer num fosso fechado, apesar de terem realizado um trabalho prático (Anexo 6) onde abordaram esta situação. A Figura 5.18 mostra um exemplo de resolução para esta tarefa/problema.

Para a determinação das velocidades máxima e mínima é necessário considerar que, na situação de queda livre, o corpo não está sujeito a qualquer tipo de força não conservativa ou seja, são desprezadas a resistência do ar e as possíveis forças de atrito existentes nas calhas do elevador.



a) Determinação da velocidade máxima

$$\begin{cases} y = y_0 + v_{0y}t + \frac{1}{2}gt^2 \\ v_y = v_{0y} + gt \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} 0 = 9 - \frac{10}{2}t^2 \\ \text{-----} \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} t = 1,3s \\ v_y = -10 * 1,3 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} t = 1,3s \\ v_y = -13 \text{ m/s} \end{cases}$$

b) Determinação da velocidade mínima

$$\begin{cases} y = y_0 + v_{0y}t + \frac{1}{2}gt^2 \\ v_y = v_{0y} + gt \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} 0 = 3 - \frac{10}{2}t^2 \\ \text{-----} \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} t = 0,8s \\ v_y = -10 * 0,8 \end{cases} \Leftrightarrow \begin{cases} t = 0,8s \\ v_y = -8 \text{ m/s} \end{cases}$$

Figura 5.18: Exemplo de resolução da tarefa/problema 3 (Grp1-5)

Com a tarefa/problema 4 pretendeu-se que os estudantes distinguíssem e calculassem as componentes, normal e tangencial, da aceleração num movimento helicoidal.

Da análise das respostas dadas pelos diferentes grupos, verificou-se que estes conseguiram definir correctamente a diferença entre a aceleração normal e tangencial, uma vez que, disseram que quando não existia variação do módulo da velocidade a aceleração tangencial era nula e o mesmo acontecia para a aceleração normal quando a trajectória era rectilínea. A Figura 5.19 mostra um exemplo da resposta dada por um grupo.

a_n - Estuda a variação de direcção da velocidade

a_t - Estuda a variação da velocidade em módulo

Só existe aceleração tangencial, quando se inicia e termina o movimento (arranque e paragem).

Só existe aceleração normal quando o elevador está em movimento

Figura 5.19: Exemplo da definição da aceleração normal e tangencial (Grpl-1)

A Figura 5.20 ilustra um exemplo de resolução, apresentado pelo grupo Grpl-1, para o cálculo da velocidade linear do movimento circular a partir da velocidade de translação (definida na tarefa/problema 1), seguida do cálculo do valor da aceleração normal. Este grupo compreendeu as equações subjacentes ao movimento helicoidal.

Para a aceleração tangencial, os estudantes consideraram que o valor desta era igual ao valor da aceleração definido na tarefa/problema 1. Por falta de dados, não calcularam o valor da aceleração normal na altura do arranque e travagem do elevador, ou seja, nos únicos momentos em que existe uma aceleração tangencial diferente de zero.

Considerando para a trajectória helicoidal do elevador um raio de 6m e que a altura de cada andar é 2,8m.

Cálculo da Velocidade:

$$v_m = \frac{\Delta s}{\Delta t} ; v = \frac{\pi r}{\Delta t} ; v_z = \frac{h}{\Delta t} ; v = v_z \frac{\pi r}{h}$$

$$v_z = 1 \text{ms}^{-1}$$

$$v = 1 \frac{\pi 6}{2,8} = 6,73 \text{ms}^{-1}$$

Cálculo das Acelerações nos instantes em que não são nulas:

Normal: $a_n = \frac{v^2}{r} = \frac{6,73^2}{6} = 7,55 \text{ms}^{-2}$

Tangencial: Uma vez que só temos aceleração tangencial no instante em que o elevador pára, como havia sido definido anteriormente esta será igual a 1ms^{-2} .

Figura 5.20: Exemplo do cálculo da aceleração normal e tangencial (Grpl-1)

Na Figura 5.21 apresenta-se o erro mais comum cometido pela maior parte dos grupos: o cálculo do valor da aceleração normal foi feito quando o elevador se move com velocidade constante. Este valor de velocidade constante implica que o valor da aceleração tangencial seja zero. Mas, como no enunciado era pedido para calcularem os valores das acelerações normais e tangenciais, os estudantes admitiram que o valor da aceleração total era igual ao da tarefa/problema 1 e foram calcular, erradamente, o valor da aceleração tangencial. Assim, apesar de terem definido correctamente o que é aceleração normal e tangencial, provavelmente, não compreenderam os conceitos já que não os aplicaram correctamente.

Cálculo da aceleração normal

$$a_n = \frac{v^2}{R} \Rightarrow a_n = \frac{1}{8.49} \Leftrightarrow a_n = 0.12(m.s^{-2})$$

Cálculo da aceleração tangencial:

Da primeira aula temos que **a = 1,0 (m.s⁻²)**

$$a^2 = a_t^2 + a_n^2 \Leftrightarrow a_t = \sqrt{a^2 - a_n^2} \Leftrightarrow a_t = \sqrt{1^2 - 0.12^2} \Leftrightarrow a_t = 0.99 m.s^{-2}$$

Figura 5.21: Exemplo de um cálculo incorrecto das acelerações normal e tangencial (Grpl-2)

A tarefa/problema 5 pretendeu que os estudantes compreendessem e escrevessem as equações associadas às situações descritas na tabela desta tarefa/problema.

Da análise das respostas conclui-se que todos os grupos foram capazes de preencher a tabela correctamente. Este facto poderá estar relacionado com o factor intuitivo da própria situação e também por este ser um “caso típico” apresentado em vários livros de Física para introdução da força inercial. A Figura 5.22 mostra um exemplo de resposta desta tarefa/problema, onde os estudantes apresentaram e resolveram as equações para as diferentes situações.

Situação Observada	Leitura do Dinamómetro
Elevador em Repouso	200 N
Elevador em Movimento Acelerando Ascendente	226 N
Elevador em Movimento Uniforme	200 N
Elevador em Movimento Acelerado Descendente	174 N
Elevador em queda livre	0

Equação para as forças, aplicadas:

Elevador em repouso ou movimento uniforme ($a=0 \text{ ms}^{-2}$)

$$T - F_g = ma \Leftrightarrow T = F_g \Leftrightarrow F_g = 200 \text{ N} \Rightarrow m = 20 \text{ Kg}$$

Elevador em Movimento Acelerado Ascendente ($a=1,3 \text{ ms}^{-2}$)

$$T - F_g = ma \Leftrightarrow T = F_g + ma \Leftrightarrow T = 226 \text{ N}$$

Elevador em Mov. Acelerado Descendente ($a=1,3 \text{ ms}^{-2}$)

$$F_g - T = ma \Leftrightarrow T = F_g - ma \Leftrightarrow T = 174 \text{ N}$$

4) Elevador em queda livre ($a=g$)

$$F_g - T = ma \Leftrightarrow T = F_g - mg \Leftrightarrow T = 0 \text{ N}$$

Figura 5.22: Exemplo do correcto preenchimento do quadro associado à tarefa/problema 5 (Grpl-3)

A tarefa/problema 6 pretendeu que os estudantes calculassem a intensidade da força de impacto no solo quando o elevador cai em queda livre, nas situações descritas na tarefa/problema 3.

Da análise das respostas dadas pelos vários grupos, e à parte de alguns erros de cálculo, todos mostraram ter compreendido e mobilizado correctamente os conceitos envolvidos no princípio do impulso e da quantidade de movimento. Na Figura 5.23 apresenta-se um exemplo de resolução, para o valor da velocidade máxima, realizada por um dos grupos. Um comentário que se poderá fazer a esta resposta é que este grupo chegou à conclusão que o valor da aceleração da cabina do elevador e das pessoas é igual, através do cálculo dos mesmos. No entanto, este cálculo era desnecessário o que poderá indicar que, provavelmente, os estudantes sentiram a necessidade de o fazer por não terem compreendido que os valores das acelerações seriam os mesmos. Note-se, que nas conclusões confirmaram que as intensidades das forças envolvidas entre o elevador e o chão, e as pessoas e o chão, têm ordens de grandeza diferentes.

Força média de impacto e aceleração:**a) Do elevador para uma velocidade máxima:**

$$\Delta p = p_f - p_i$$

$$\Delta p = 0 - 16,57 \times 400 = -6628 \text{ Kg m/s}$$

$$F_m \cdot \Delta t = \Delta p$$

$$F_m = \Delta p / \Delta t \rightarrow F_m = -6628 / 0,01 \Leftrightarrow F_m = -662800 \text{ N}$$

$$a = F/m \Leftrightarrow a = -662800 / 400 \Leftrightarrow a = -1657 \text{ m/s}^2$$

b) De uma pessoa isoladamente para uma velocidade máxima:

$$\Delta p = p_f - p_i$$

$$\Delta p = 0 - 16,57 \times 75 = -1242,75 \text{ Kg m/s}$$

$$F_m \cdot \Delta t = \Delta p$$

$$F_m = \Delta p / \Delta t \rightarrow F_m = -1242,75 / 0,01 \Leftrightarrow F_m = -124275 \text{ N}$$

$$a = F/m \Leftrightarrow a = -124275 / 75 \Leftrightarrow a = -1657 \text{ m/s}^2$$

Considerações:

Para resolução do problema foi estimado um tempo de colisão de 0,01s.

Conclusão:

- Verifica-se que existe uma variação da força média (F_m) em função da massa do elevador, enquanto a aceleração (a) só varia em função da velocidade de queda ser maior ou menor.

Figura 5.23: Exemplo de resposta à tarefa/problema 6 (Grpl-4)

Na tarefa/problema 7 pediu-se aos estudantes que dimensionassem o sistema de travagem do seu elevador, que é um dos sistemas de segurança dos elevadores.

Analisando as respostas dadas, conclui-se que a maioria dos grupos respondeu correctamente a esta tarefa/problema. A Figura 5.24 mostra um exemplo de uma resposta correcta. O único grupo que não respondeu correctamente à totalidade da tarefa/problema limitou-se a calcular a intensidade da força necessária para que o elevador descesse com velocidade constante, não calculando a intensidade força necessária que cada travão deveria fazer.

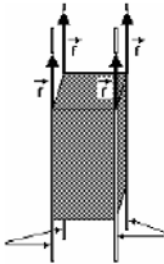
Considerando $g=10 \text{ (m.s}^{-2}\text{)}$
 Temos que:

$$F_g - 4F_a = 0 \Leftrightarrow F_g = 4F_a \Leftrightarrow F_a = \frac{F_g}{4}$$

$$F_a = \mu \times RN$$

$$F_g = (m_e + m_p) \times g$$

Então:

$$\mu \times RN = \frac{(m_{\text{elevador}} + m_{\text{pessoas}}) \times g}{4}$$


Força exercida pelo Travão
 Travões (Borracha /aço):

Para que o elevador desça com uma velocidade constante, vamos utilizar um coeficiente de atrito cinético igual a 0,45

Substituindo, temos a força que actua em cada travão para que o elevador desça com uma velocidade constante:

$$0,45 \times RN = \frac{(200 + 450) \times 10}{4}$$

$$RN = 3611,1(N)$$

Para calcular o tempo de resposta dos travões, temos que:
 Da primeira aula temos que $v = 1,0 \text{ (m.s}^{-1}\text{)}$ e considerando $g = 10,0 \text{ (m.s}^{-2}\text{)}$
 $v = v_0 + gt$, sabendo que $v_0 = 0$ então:

$$1 = 0 + 10t \Leftrightarrow t = \frac{1}{10} \Leftrightarrow t = 0,1s$$

Figura 5.24: Exemplo de resposta correcta à tarefa/problema 7 (Grpl-2)

Na tarefa/problema 8 solicitou-se aos estudantes que dimensionassem outro sistema de segurança existente nos elevadores. Este dimensionamento consistiu no cálculo do valor da constante elástica das molas usadas para amortecer o impacto no solo.

Dos sete grupos analisados pode-se constar que todos conseguiram calcular correctamente o valor da constante elástica da mola. No entanto, dois dos grupos não calcularam o tempo de colisão nem o valor da aceleração sofrida. A Figura 5.25 mostra um exemplo de uma resposta correcta. Apenas, um grupo referiu que os valores de aceleração obtidos são baixos, o que implicam um tempo de impacto maior e, conseqüente, menores danos físicos para as pessoas.

Pelo princípio de conservação de energia, nós temos energia cinética que se vai transformar em energia potencial elástica, daí que:

$$E_i = E_f \Leftrightarrow$$

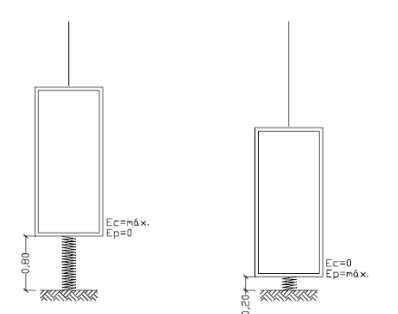
$$E_{ci} + E_{pi} = E_{cf} + E_{pf} \quad \text{Como } \begin{cases} E_{cf} = 0 \\ E_{pi} = 0 \end{cases} \quad \text{Então:}$$

$$E_{ci} = E_{pf}$$

$$\frac{1}{2} m \cdot v^2 = \frac{1}{2} k x^2 \Leftrightarrow$$

$$m \cdot v^2 = k x^2 \Leftrightarrow$$

$$450(1)^2 = k(0,6)^2 \Leftrightarrow$$

$$k = 1250 \text{ N} \cdot \text{m}^{-1}$$


Para Calcular o Tempo de colisão, temos:

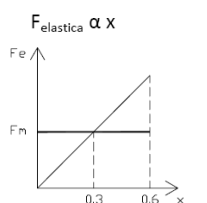


Figura 10 – Força Média

$$F_e = -kx \Leftrightarrow$$

$$F_{me} = -K \cdot 0,3$$

$$\Delta_p = F_{me} \cdot \Delta_t \Leftrightarrow$$

$$F_{me} = \frac{\Delta_p}{\Delta_t}$$

Substituindo, temos

$$-K \cdot 0,3 = \frac{m \cdot v_f - m \cdot v_i}{\Delta_t} \Leftrightarrow \Delta_t = \frac{m \cdot v_f - m \cdot v_i}{-K \cdot 0,3} \Leftrightarrow \Delta_t = \frac{0 - 450(1)}{-1250 \times 0,3} \Leftrightarrow \Delta_t = 1,2 \text{ s}$$

Para Calcular a desaceleração sofrida pelo elevador, temos:

$$a_m = \frac{\Delta_v}{\Delta_t} \Leftrightarrow a_m = \frac{v_f - v_i}{1,2} \Leftrightarrow a_m = \frac{0 - 1}{1,2} \Leftrightarrow a_m = -0,83 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$$

Figura 5.25: Exemplo de uma resposta correcta à tarefa/problema 8 (Grpl-2)

Com a tarefa/problema 9 pretendeu-se que os estudantes calculassem o rendimento do motor do seu elevador e explicassem as possíveis causas de este ser baixo.

Dos sete relatórios analisados pode-se concluir que todos os grupos conseguiram calcular correctamente o valor da potência útil do motor. Em relação ao cálculo do rendimento apenas um grupo não o apresentou. A Figura 5.26 mostra um exemplo de uma resposta correcta a esta tarefa/problema. No que respeita à justificação do valor obtido para o rendimento, a maior parte dos grupos referiram perda de energia por atrito nas calhas e perdas por aquecimento do motor, o que aparentemente demonstra que compreenderam a existência de elementos que são responsáveis pela dissipação de

energia. Compreenderam que o atrito é o grande responsável por esta dissipação de energia e como tal a necessidade de utilização de motores com uma potência nominal mais elevada.

Para calcular a Potência necessária do motor

$$P_u = F \cdot v$$

$$F = (P_{\text{elevador}} + P_{\text{pessoas}}) - P_{\text{contrapeso}} \Leftrightarrow$$

$$F = (2000 + 4500) - 4025 \Leftrightarrow$$

$$F = 2475 \text{ N}$$

$$P_u = 2475 \times 1 \Leftrightarrow P_u = 2475 \text{ W}$$

Para Calcular o Rendimento motor, com base nos valores tabelados

Passageiros	Potência do Motor (KW)
4	4
6	4 - 5
8	4 - 5

Quadro 2 – Valores de referência

$$\eta = \frac{P_u}{P_f} \Leftrightarrow \eta = \frac{2475}{4000} \Leftrightarrow \eta = 0,62 \approx 62\%$$

Figura 5.26: Exemplo de resposta correcta ao problema 9 (Grpl-2)

Da análise dos relatórios entregues pelos sete grupos pode-se concluir que os estudantes conseguiram elaborar relatórios que, de uma forma geral, corresponderam satisfatoriamente ao objectivo inicial. Assim, com a resolução de todas as tarefas/problema conseguiram integrar todos os conteúdos e raciocínios abordados na disciplina, neste projecto. Constata-se também, que os estudantes, com a realização das tarefas propostas, aplicaram os conhecimentos adquiridos em sala de aula a uma situação considerada do “mundo real”. Verifica-se, finalmente, que a maioria dos estudantes conseguiu fazer a interligação dos diferentes conteúdos abordados pois para a realização de determinadas tarefas/problema utilizaram os resultados calculados anteriormente e sem os quais não conseguiriam avançar no projecto.

5.3.2 Análise dos relatórios dos estudantes do regime diurno

Nesta subsecção pretende-se analisar, na globalidade, qual a prestação dos vários grupos, do regime diurno, nas diferentes tarefas apresentadas no relatório final do Projecto do Elevador da Física.

Como foi dito anteriormente analisaram-se dezanove relatórios provenientes de dezanove grupos diferentes, denominados e numerados de Grd-1 a Grd-19.

Após a análise dos dezanove relatórios pode-se afirmar que a maioria dos grupos (12) não entregou, no relatório final do projecto, a totalidade das tarefas propostas. De seguida, analisa-se, por tarefa/problema, a prestação dos dezanove grupos.

Na tarefa/problema 1 verifica-se que todos os grupos conseguiram fazer correctamente o dimensionamento do elevador. No entanto, apenas cinco grupos tentaram justificar a vantagem da utilização de um contrapeso. Na Figura 5.27 apresenta-se uma resolução da tarefa/problema 1, onde se mostra o dimensionamento do elevador e uma justificação, embora muito incompleta, da vantagem da utilização do contrapeso.

CARACTERISTICAS PRINCIPAIS	
CARGA ÚTIL	620 Kg / 6 Pessoas
VELOCIDADE	1.00 m/s, com velocidade reduzida de aproximação ao piso
CURSO	3.2 metros
PARAGENS / ACESSOS	6/6, contidos no mesmo plano vertical
CABINA	
- Dimensões	1.3 x 0.95 x 2,20 m (LxCxA)
Edifício	
- dimensoes	15.5 x 15.5 x 19.2 m (LxCxA)
Aceleracao	1 m/s ²
Contra-peso	410 kg
O contra peso foi calculado a partir da soma do peso do elevador mais 40 % da sua capacidade, este dispositivo é fiável porque permite um menor dispêndio de energia por parte do motor	

Figura 5.27: Exemplo de resposta à tarefa/problema 1 (Grd-10)

Analisando a tarefa/problema 2, verifica-se que nove grupos não entregaram esta tarefa. Dos dez grupos que entregaram, dois responderam de forma incorrecta ao que foi


pedido, sete enunciaram a 1ª Lei de Newton e tentaram aplicá-la à situação proposta, o último grupo limitou-se a escrever as equações sem qualquer comentário.

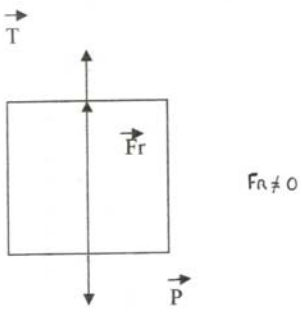
Na Figura 5.28 mostra-se uma resposta à tarefa/problema 2 onde os estudantes apenas se limitam a escrever as equações sem fazer qualquer tipo de considerações. Note-se que, os estudantes não chegam a responder à pergunta que lhes foi colocada.

Vamos ter, então, 4 casos:

1º Caso: subir no arranque ✓

3º Caso: descer, travando ✓

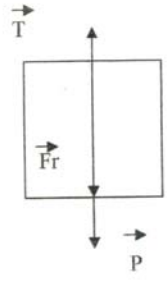
Sistema de Eixos: 



$\vec{F}_R = \vec{T} + \vec{P} \Leftrightarrow F_R = T - P \Leftrightarrow m \times a = T - P \Leftrightarrow T = ma + P$ ✓

2º Caso: subir, travando ✓

4º Caso: descer, acelerando ✓



$\vec{F}_R = \vec{T} + \vec{P} \Leftrightarrow -F_R = T - P \Leftrightarrow T = P - ma$ ✓

Figura 5.28: Exemplo de resposta à tarefa/problema 2 (Grd-18)

Relativamente à tarefa/problema 3, apenas um grupo não a entregou no seu relatório final. Dos restantes grupos, três responderam de forma incorrecta e os outros

conseguiram escrever correctamente as equações de queda livre e com elas calcular os valores das velocidades de impacto no solo. É de referir que nenhum grupo mencionou quais as aproximações que eram necessárias fazer para aplicação deste modelo a esta situação. A Figura 5.29 mostra uma resolução da tarefa/problema 3. Nesta resolução, os estudantes apresentaram um cálculo inicial que deverá ser da determinação da altura máxima correspondente à queda a partir do último piso. Depois limitam-se a escrever as equações do movimento, sem fazerem qualquer tipo de comentários ou considerações.

TP3

$$2,5 \times 20 + 0,5 \times 20 = 60 \text{ m} \Rightarrow y_0 = 60$$

$$y = y_0 + v_0 t - \frac{1}{2} g t^2 \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow y = 60 - \frac{1}{2} g t^2 \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow 0 = 60 - \frac{1}{2} \times 9,8 t^2$$

$$\Leftrightarrow t = 3,5 \text{ s}$$

$$V = g t$$

$$V_{\max} = 9,8 \times 3,5 = \underline{34,3 \text{ m/s}}$$

$$V_{\min} = ?$$

$$y_0 = 2,5 + 0,5 = 3$$

$$0 = 3 - \frac{1}{2} g t^2 \Leftrightarrow$$

$$\Leftrightarrow t = 0,78 \text{ s}$$

$$V_{\min} = 9,8 \times 0,78 = 7,64 \text{ m/s}$$

Figura 5.29: Exemplo de resolução da tarefa/problema 3 (Grd-17)

Analisando a tarefa/problema 4 pode-se concluir que oito grupos não a incluíram nos seus relatórios finais. Dos restantes: a) cinco grupos não definiram os conceitos de aceleração tangencial e normal e depois calcularam os seus valores de forma errada; b) cinco grupos apenas escreveram as definições de aceleração normal e tangencial; c) só um grupo escreveu e calculou correctamente os valores das acelerações pedidas, sem no entanto as definir. Na Figura 5.30 apresenta-se um exemplo de uma resposta à tarefa/problema 4 onde os estudantes definiram de uma forma muito primária o que

entenderam por aceleração normal e tangencial. Depois tentaram calculá-las, começando pela aceleração normal. De seguida, calcularam erradamente a aceleração tangencial pois fazem-no quando o valor da velocidade é constante o que implicaria que esta seria nula.

Adaptabilidade do elevador

Abordámos também uma hipótese um pouco remota mas inovadora de um elevador que possa percorrer uma trajectória helicoidal pelo exterior de um edifício, e para essa situação calculámos as acelerações tangenciais e centrípetas a que o elevador estaria sujeito. Assim:

$$a^2 = a_t^2 + a_n^2 \quad a_n = v^2/R$$

$$a_n = 1/8 = 0,125 \quad , \quad \text{com } R = 8$$

$$a_t = (1,5^2 - 0,125^2)^{1/2} = 1,49 \text{m/s}^2$$

a_n altera a direcção do movimento
 a_t altera o módulo da velocidade
 a_t é nula quando v é constante

Figura 5.30: Exemplo de resposta à tarefa/problema 4 (Grd-14)

A tarefa/problema 5 não foi respondida por seis grupos. Dos restantes grupos, quatro responderam de forma errada e nove, apenas escreveram as equações e preencheram correctamente a tabela. A Figura 5.31 apresenta uma resolução da tarefa/problema 5. Este grupo preencheu parcialmente a tabela. Escreveu uma conclusão que não se percebe, pois o valor da aceleração no início e no fim do movimento é constante e igual ao valor por eles definido ($1,5 \text{ ms}^{-2}$).

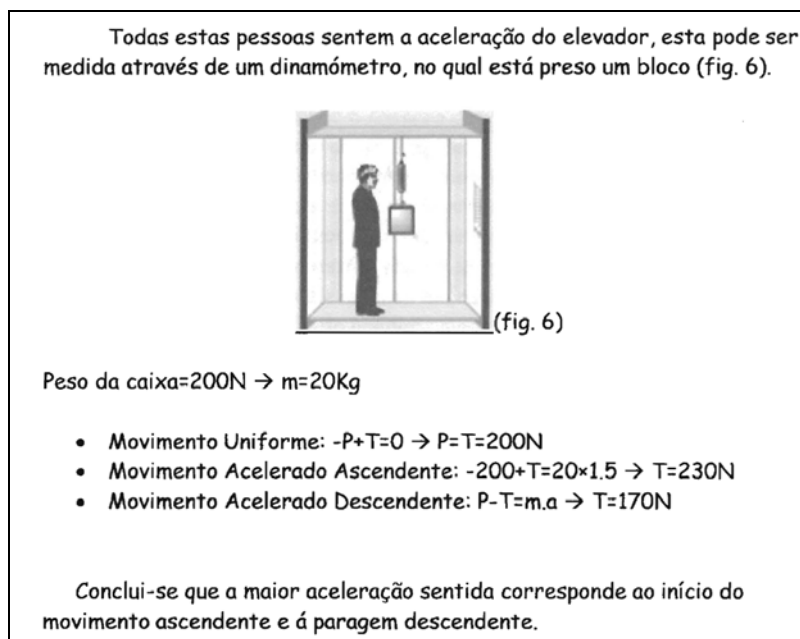


Figura 5.31: Exemplo de resposta à tarefa/problema 5 (Grd-12)

Relativamente à tarefa/problema 6 pode-se afirmar que quatro grupos não a incluíram no seu relatório final e cinco grupos responderam de forma errada. Os restantes dez grupos, calcularam correctamente o valor da intensidade da força de impacto mas, apenas sete destes conseguiram calcular os valores das acelerações envolvidas. Na Figura 5.32 apresenta-se uma resposta correcta à tarefa/problema 6. Mais uma vez, as respostas apresentadas são aplicações de expressões e respectivos cálculos. Os estudantes começaram por indicar um valor da velocidade máxima calculada numa tarefa/problema anterior (tarefa/problema 3) sem no entanto fazerem qualquer referência a esse facto.

$$V_{\text{maxima}} = 18,7 \text{ m/s}$$

$$\Delta t = 0,1 \text{ segundos (tempo de impacto é muito pequeno)}$$

$$I = \Delta p$$

$$I = p_{\text{final}} - p_{\text{inicial}} \Leftrightarrow I = mv_{\text{final}} - mv_{\text{inicial}} \Leftrightarrow I = 0 - 3740 \Leftrightarrow I = -3740 \text{ kg m/s}$$

$$F_m = I / \Delta t \Leftrightarrow F_m = -37400 / 0,1 \Leftrightarrow F_m = -37400 \text{ N}$$

$$F_m = m \cdot a \Leftrightarrow -37400 = 200 \cdot a \Leftrightarrow a = -187 \text{ m/s}^2$$

$$F_{\text{impacto}} = m \cdot a \Leftrightarrow F_{\text{impacto}} = 80 \times -187 \Leftrightarrow F_{\text{impacto}} = -14960 \text{ N}$$

Figura 5.32: Exemplo de resolução da tarefa/problema 6 (Grd-9)

A tarefa/problema 7 teve o maior número de respostas parcialmente correctas, uma vez que quinze grupos conseguiram calcular o valor da intensidade da força de travagem do sistema mecânico. No entanto, apenas três destes grupos apresentaram o cálculo do tempo de resposta deste sistema. Finalmente, houve dois grupos que não responderam e dois fizeram-no de forma errada. A Figura 5.33 mostra uma resposta da tarefa/problema 7 onde, mais uma vez, os estudantes apresentaram apenas os cálculos. Neste caso não fizeram referência se o coeficiente de atrito que usaram é o estático ou o cinético. Também, consideraram apenas um travão, quando no enunciado é lhes dito serem quatro.

➤ **Medidas de Segurança**

Se todos os cabos de aço do sistema de polia se romperem, os freios de emergência são accionados automaticamente. Antes da cabine começar a cair, os cabos de aço libertam travas que se agarram aos dentes de um trilho que corre nas laterais do fosso, travando o elevador e salvando os passageiros.

$$Fa + P = 0 \Leftrightarrow Fa = 2000N$$

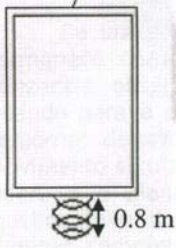
$$P = mg \Leftrightarrow P = 2000N$$

$$Fa = \mu * Rn \Leftrightarrow 2000 = 0,3Rn \Leftrightarrow Rn = \frac{2000}{0,3} \Leftrightarrow Rn = 6666,6N$$

Figura 5.33: Exemplo de resolução da tarefa/problema 7 (Grd-1)

A tarefa/problema 8 foi respondida por dezassete grupos, no entanto treze deles não conseguiram calcular correctamente o valor da constante elástica da mola. Os restantes quatro grupos conseguiram calcular correctamente o valor da constante elástica e apenas um grupo conseguiu calcular o valor da intensidade da força média da mola do elevador, o valor da aceleração média do elevador e o tempo de impacto. Na Figura 5.34 é apresentada uma resolução errada da tarefa/problema 8. A primeira constatação que se poderia fazer é que este grupo considerou um valor de velocidade de queda controlada enorme (10 ms^{-1}). Depois, confunde o trabalho com o valor da intensidade da força

elástica. Considerou ainda, que a mola comprimida não ocupa qualquer espaço, visto que considerou a compressão da mola igual à altura do poço do elevador. Finalmente, encontrou um valor de aceleração enorme, ou seja, este sistema de segurança “ajudava a matar” os passageiros. No entanto não fez qualquer comentário.



$$W_t = \Delta E_c \Leftrightarrow W_t = E_{cf} - E_{ci} \Leftrightarrow W_t = 1/2 m v_f^2 - 1/2 m v_i^2 \Leftrightarrow$$

$$W_t = 1/2 m (v_f^2 - v_i^2) \Leftrightarrow W_t = 1/2 \times 200 \times (0^2 - 10^2)$$

$$W_t = 10000 \text{ J}$$

Por outro lado:

$$W_t = F_e \Leftrightarrow 10000 = -kx$$

No caso máximo, $x=0.8 \text{ m}$, logo:

$$|k| = \frac{10000}{0.8^2} = 15625.0$$

Tempo de colisão:

$$I = F \times \Delta t \Leftrightarrow \Delta t = \frac{I}{F} \Leftrightarrow \Delta t = \frac{\Delta p}{1/2 F_e} \Leftrightarrow \Delta t = \frac{m(v_f - v_i)}{1/2 F_e} \Leftrightarrow \Delta t = \frac{200(0 + 10)}{1/2 \times 10000} = 0.4 \text{ s}$$

$$a = \frac{\Delta v}{\Delta t} \Leftrightarrow a = \frac{(0 - 10)}{0.4} \Leftrightarrow a = 25 \text{ m/s}^2$$

Figura 5.34: Exemplo de resolução da tarefa/problema 8 (Grd-6)

Finalmente, analisado a tarefa/problema 9 pode-se constatar que quatro grupos não responderam e oito fizeram-no de forma errada. Os restantes sete grupos calcularam correctamente o rendimento do motor mas, apenas um grupo justificou o porquê deste não ser 100%. Na Figura 5.35 apresenta-se uma resolução à tarefa/problema 9 onde, o grupo apresentou uma das várias razões para que o rendimento do motor não seja 100%. No entanto, calculou de forma errada a massa do contrapeso (este é 40% da massa da cabina e carga). No fim da resolução usa uma expressão para o cálculo do rendimento onde aparece como denominador uma potência obtida quando deveria aparecer potência fornecida ou total.

Tarefa 9

Numa máquina ideal a potência gerada é igual a potência fornecida, ou seja, o rendimento desta é de 100 % como não existem máquinas ideais ou seja, sabemos que em qualquer transformação existe sempre energia dissipada sob a forma de energia térmica, no nosso caso(elevador) a energia térmica(dissipada) vai ser originada nos trilhos. Sendo o rendimento do motor de 60 % houve uma perda de energia de 40 %

$$\text{Contra peso} = 0,4 \cdot n^{\circ} \text{ pessoas} + p(\text{elevador})$$

$$\text{Contra peso} = 0,4 \times 4 + 2000 = 2001,6 \text{ N}$$

$$F_g = mg = (200 + 80 \times 4) \times 10 = 5200 \text{ N}$$

$$F = F_g - T \quad \Leftrightarrow F = 5200 - 2001,6 = 3238,4 \text{ N}$$

$$P = F \cdot v \quad \Leftrightarrow P = 3238,4 \times 0,75 = 2428,8 \text{ j/s}$$

$$P = 2428,8 \text{ W}$$

Para dimensionar a potência do motor é preciso fazer as seguintes considerações o nº de passageiros(4 pessoas), o peso do elevador(200 kgf) e a velocidade do elevador (0,75 m/s)

Figura 5.35: Exemplo de resolução da tarefa/problema 9 (Grd-15)

Da análise dos relatórios finais do Projecto do Elevador da Física dos estudantes do regime diurno pode-se afirmar que, de uma maneira geral estes não correspondem ao objectivo inicial. Os estudantes limitam-se a apresentar cálculos e de uma forma geral encaram as tarefas/problema como meros exercícios. A ideia de projecto não está presente na maior parte dos relatórios analisados. Na subsecção seguinte discutir-se-á as principais diferenças encontradas entre os dois regimes de estudantes.

5.3.3 Discussão final sobre os relatórios do Projecto do Elevador da Física

De forma a evidenciar as diferenças encontradas, entre os dois regimes de estudantes, nos relatórios finais do Projecto do Elevador da Física vai-se comparar em termos gerais a prestação de cada um deles.

Da análise dos vinte e seis relatórios finais do Projecto do Elevador da Física pode-se concluir que existem diferenças entre os relatórios dos estudantes do regime diurno e os

do regime diurno pós-laboral. Verifica-se que, no regime diurno pós-laboral todos os grupos responderam às nove tarefas/problema. No que respeita ao regime diurno apenas sete grupos (36,8%) responderam a todas as tarefas/problema do Projecto do Elevador da Física, sendo que a média de tarefas respondidas por grupo foi de 7. Outra diferença registada entre os dois regimes está relacionada com a estrutura das respostas. A maioria dos grupos do regime diurno limitam-se apenas a apresentar nas suas respostas os cálculos, não comentando os resultados obtidos nem tão pouco tentam justificar as aproximações necessárias para a resolução das tarefas/problema propostas. Em contrapartida, quase todos os grupos do regime diurno pós-laboral comentaram os resultados obtidos e justificaram as aproximações feitas. Finalmente, outra diferença que se verifica está relacionada com a qualidade das respostas, ou seja, a maior parte das respostas dadas pelos estudantes do regime diurno estão erradas e/ou incompletas. No que respeita ao regime diurno pós-laboral a maior parte das respostas dadas estão de acordo com o esperado.

A Tabela 5.32 mostra, por tarefa/problema e por regime (RD - regime diurno e RPL - regime diurno pós-laboral), o número total de tarefas entregues (E) e o número de respostas consideradas correctas (C).

Tabela 5.32: Número de tarefas/problemas entregues (E) e número de tarefas/problema correctos para os dois regimes de estudantes

Tarefa/ Problema	1		2		3		4		5		6		7		8		9	
	E	C	E	C	E	C	E	C	E	C	E	C	E	C	E	C	E	C
RD	19	5	10	7	18	15	11	5	13	10	15	7	17	3	17	1	15	7
RPL	7	5	7	6	7	7	7	6	7	7	7	7	7	6	7	5	7	6

As diferenças encontradas entre as prestações dos dois regimes podem ser explicadas, provavelmente, com o que os estudantes disseram nas entrevistas. Como foi referido, a maior parte dos estudantes do regime diurno afirmaram não ter tido apoio por parte do professor durante a execução do projecto enquanto que todos os estudantes do regime diurno pós-laboral afirmaram terem tido esse apoio. Outra diferença entre estes dois regimes é que todos os estudantes do regime diurno afirmaram não terem tido qualquer

feedback às tarefas do projecto enquanto que, a maioria dos estudantes do regime diurno pós-laboral referiram terem tido *feedback* por parte do professor. Na subsecção seguinte analisar-se-á a importância do *feedback* para a elaboração do relatório final.

5.3.4 Exemplo de avaliação formativa - *feedback* dado aos relatórios finais dos estudantes do regime diurno pós-laboral

Nesta subsecção iremos abordar a importância do *feedback* dado aos relatórios do Projecto do Elevador da Física e descrever, com um exemplo, como este foi dado aos estudantes e as implicações para a versão final do relatório.

Como já referido, dos sete grupos de trabalho do regime diurno pós-laboral, apenas três optaram por entregar versões preliminares do relatório final e um quarto grupo, que apesar de não entregar uma versão preliminar, solicitou várias sessões de esclarecimento. Só a estes grupos foi possível dar *feedback* aos relatórios preliminares, de forma a contribuir para a elaboração do relatório final – avaliação formativa – resultando em versões finais mais próximas do pretendido. Os outros grupos tiveram *feedback* apenas às tarefas individuais do projecto e durante o decorrer das aulas Teórico-práticas. O facto de haver sempre *feedback* às tarefas nas aulas Teórico-práticas contribui para que todos os grupos conseguissem de uma forma geral apresentar um relatório final, próximo dos objectivos inicialmente propostos. No entanto, os três grupos que entregaram versões preliminares do projecto obtiveram *feedback* mais detalhado às mesmas. Esta entrega permitiu corrigirem erros de conteúdo, de cálculo, de apresentação e melhorarem o seu relatório através das sugestões e comentários. A Figura 5.36 mostra um exemplo do *feedback* dado aos estudantes.

[illegible]

Figura 5.36: Exemplo de *feedback* dado à versão preliminar do relatório (Grpl-3)

Como se pode verificar, pela análise da Figura 5.36 o *feedback* dado a esta tarefa permitiu:

- corrigir erros de escrita e formatação;
- indicar a falta de unidades na constante elástica;
- lembrar que a mola tem dimensões quando totalmente comprimida (Comentário MG6);
- alertar os estudantes que usaram o valor da velocidade quando o elevador caía em queda livre e como consequência obtiveram um tempo de colisão com a mola enorme (Comentário MG7 e MG8).

Como se verifica na Figura 5.37, os estudantes compreenderam as sugestões de alteração e apresentam uma versão final mais próxima do pretendido.

7.2 Cálculo da constante elástica da mola, para amortecer o impacto de queda controlada.

Considera-se altura do poço do elevador: $0,8\text{ m}$ e $y = 0,4\text{ m}$

$$E_c = E_{pe}$$

$E_{pg} = 0$, pois quando o cabo se rompe o sistema de travagem é automaticamente accionado obrigando o elevador a descer com uma velocidade constante, esta velocidade é constante porque os trilhos exercem, em módulo, uma força igual à da gravidade.

$$\frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2}k_e y^2 \Leftrightarrow 620 \cdot 0,8^2 = k_e 0,4^2 \Rightarrow k_e = 2480\text{ Nm}^{-1}$$

Aplicando a lei de Hooke para calcular força média exercida pela mola temos:

$$F_e = -k_e \bar{y} \Rightarrow F_e = 620 \cdot 0,6 = -1488\text{ N}$$

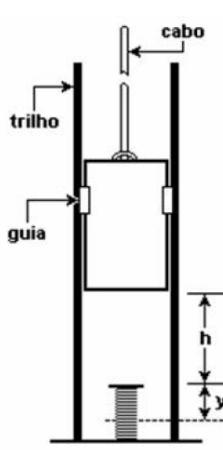
Calculamos aceleração média:

$$F_e = ma_m \Rightarrow -1488 = 620a_m \Rightarrow a_m = -2,4\text{ ms}^{-2}$$

Cálculo do tempo de colisão

$$a_m = \frac{\Delta v}{\Delta t} \Leftrightarrow -2,4 = \frac{0 - 0,8}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = 3\text{ s}$$

A aceleração média, apresenta um valor consideravelmente baixo pois a mola amortece o choque o que obriga a um intervalo de tempo maior de forma diminuir um impacto sentido pelos utilizadores.



O diagrama ilustra um sistema de elevador. Um trilho vertical é guiado por uma guia. Um cabo está conectado ao sistema. Uma mola é mostrada na base, com uma altura h e uma distância y indicada. O sistema parece estar em um poço de elevador.

Figura 5.37: Exemplo de uma tarefa/problema do relatório final (Grpl-3) após ter recebido *feedback*.

Assim, pode-se concluir que o *feedback* é uma estratégia importante pois, estabelece parâmetros orientadores de desempenho para os estudantes. Essa importância é reconhecida por eles, tanto no questionário como nas entrevistas.

5.3.5 Análise das reflexões feitas pelos estudantes do regime diurno pós-laboral

Como referido na descrição do projecto (ver 4.5.1) foi pedido aos estudantes do regime diurno pós-laboral que, juntamente com o relatório final do Projecto do Elevador da Física (PEF), entregassem uma reflexão sobre este trabalho. Estas reflexões eram facultativas, podiam ser feitas individualmente ou em grupo e não lhes foi fornecido qualquer indicação sobre o que deveriam escrever. Obtiveram-se 20 reflexões de 26 estudantes de um total dos 36 estudantes. A análise das reflexões foi feita com software de análise de conteúdo QSR NVivo7 e as dimensões de análise usadas estão esquematizadas na Figura 5.38. Estas foram: **Trabalho de Grupo; Ligação ao Mundo Real; Apoio do Professor; Opinião** que se divide nas categorias **Vantagens** e **Desvantagens** da utilização deste tipo de projecto; **Conteúdos abordados; Aprendizagem com o PEF**.

Na dimensão **Trabalho de Grupo** foram incluídas todas as referências que os estudantes fizeram sobre o trabalho de grupo. Na dimensão **Ligação ao Mundo Real** foram incluídos todos os extractos das reflexões em que os estudantes referiram a existência da ligação do projecto ao mundo real. A dimensão **Apoio do Professor** contém todos os excertos das reflexões em que os estudantes referiram o apoio dado pelo professor, incluindo-se aqui as referências ao *feedback* às tarefas relacionadas com o Projecto do Elevador da Física. A dimensão, **Conteúdos abordados**, contém os trechos das reflexões em que os estudantes referiram os conteúdos abordados da disciplina. Finalmente, a última dimensão **Aprendizagem com o PEF** está relacionada com os depoimentos dos estudantes sobre a relação entre a aprendizagem e o Projecto do Elevador da Física. Estas dimensões de análise foram escolhidas de acordo com a análise feita nas entrevistas sobre o Projecto do Elevador da Física.

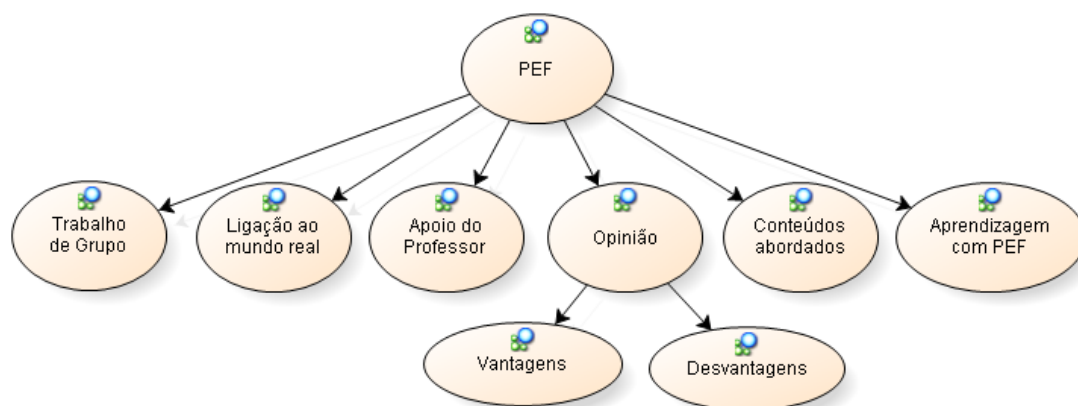


Figura 5.38: Dimensões de análise das reflexões sobre o Projecto do Elevador da Física (PEF)

A Tabela 5.33 mostra o número de referências feitas pelos estudantes a cada uma das dimensões consideradas.

Tabela 5.33: Projecto do Elevador da Física (PEF) versus dimensões de análise

Projecto do Elevador da Física		Nº de Reflexões
Trabalho de Grupo		5
Ligação ao Mundo Real		14
Apoio do Professor		3
Opinião	Vantagens	7
	Desvantagens	0
Conteúdos abordados		4
Aprendizagem com o PEF		14

Analisando a dimensão **Trabalho de Grupo** pode-se constatar pela análise da Tabela 5.33 que foram incluídas nesta dimensão cinco trechos de cinco reflexões diferentes. Os estudantes destacaram a aprendizagem que esta forma de trabalho promove, na medida em que permite a partilha de ideias e a possibilidade de desenvolverem competências de trabalho de equipa, tanto ao nível de relacionamento como do respeito pelos outros. Para ilustrar o discurso dos estudantes transcrevem-se alguns excertos das reflexões:

- *“Em relação ao grupo, avalio-o com um Muito Bom, porque **apesar de nem sempre estarmos de acordo, conseguimos sempre transformar essas divergências numa nova forma de partilhar e aplicar os nossos conhecimentos, sendo o nosso esforço o maior possível, para a concretização do projecto.**”* (R-5)
- *“Acho que também é importante o trabalho em grupo, pois permite-nos **ser mais flexíveis e tolerantes com a opinião dos outros, que é o que se passa no mundo real.**”* (R-10)
- *“Além disso **ajuda aprender a trabalhar em equipa, que é necessário para um futuro Engenheiro Civil.**”* (R-17)

Outra dimensão analisada foi a **Ligação ao Mundo Real**, nesta houve 14 contribuições de reflexões diferentes. Nelas os estudantes referiram que o projecto promoveu a ligação dos conteúdos abordados na disciplina ao dia-a-dia, e em particular, com assuntos relacionados com engenharia civil. De seguida, transcrevem-se excertos das reflexões dos estudantes:

- *“... **é muito mais fácil e interessante adquirir informação e conhecimento quando aplicamos a algo que temos contacto normalmente, como é o caso do elevador, ajudando até a encará-lo de outra forma, que é afinal um dos propósitos da engenharia!**”* (R-4)
- *“... **através de um trabalho prático foi possível debater e compreender a física que nos rodeia, mesmo para alguns de nós, que já tivemos contacto com a montagem, escolha do tipo de elevador a instalar em obras que acompanhamos sem nunca nos termos apercebido, por exemplo: o porquê das molas terem determinadas dimensões e elasticidade; ou o porquê da existência de um contrapeso. Assim, se justifica a importância deste tipo de trabalhos na disciplina de Física, pois desta forma consegue-se motivar os alunos, para a participação nas aulas e para a percepção da importância desta no dia-a-dia, porque estão a trabalhar em algo que não é só teórico, mas em algo que nos***

transporta para a vida quotidiana do trabalho de um futuro Engenheiro, neste caso Civil.” (R-13)

Na dimensão **Apoio do Professor** houve 3 contribuições, onde os estudantes salientaram a importância do professor no apoio, motivação e envolvimento na realização deste projecto. De forma a ilustrar esta importância sentida pelos estudantes transcrevem-se as opiniões relativas a esta dimensão. Alterou-se o nome do professor e colocou-se a denominação usada ao longo deste trabalho (Tabela 4.2 da secção 4.1). De referir que estes estudantes pertenceram aos grupos que entregaram versões preliminares do relatório final.

- ***“Por último pretendo registar a dedicação do professor ao ensino desta disciplina e a disponibilidade que teve para esclarecimentos e dúvidas após as suas horas normais de trabalho.” (R-11)***
- ***“Por último não poderia deixar passar em claro a importância do Professor no desenrolar desta tarefa, pois foi sempre dinamizador e impulsionador, estando sempre disponível para esclarecer as dúvidas surgidas.” (R-13)***
- ***“Antes de terminar, gostaria de agradecer ao Professor B, pela sua disponibilidade e pelo seu empenho em leccionar a disciplina. E referir que: isso sim, isso é que nos mostrou que a física é FIXE...” (R-14)***

A dimensão **Opinião** foi dividida em duas categorias **Vantagens** e **Desvantagens**. É de salientar que não há nenhuma reflexão que refira desvantagens na utilização deste tipo de projecto. Em contrapartida, há 7 reflexões que apontaram vantagens. Das vantagens referidas podem-se salientar: a) a integração e interligação dos vários conteúdos leccionados; b) a aplicação prática dos conteúdos a situações da vida real; c) uma maior dedicação e empenho na disciplina; d) uma melhor aprendizagem. Os seguintes trechos retirados das reflexões pretendem ilustrar as vantagens referidas pelos estudantes:

- *“... esta experiência piloto do Elevador da Física na avaliação dos alunos foi uma boa opção, exigiu uma maior dedicação à disciplina e, desta forma, a melhorar os conhecimentos, estando por isso, melhor preparados para aplicar a Física em todas as situações que nos forem apresentadas.”* (R-2)
- *“... um tipo de trabalho bem sugerido uma vez que **pomos em prática toda a matéria desde a primeira a última aula e mantêm-nos activos na compreensão da matéria ao longo de todo o semestre.**”* (R-18)
- *“Neste **trabalho podemos perceber (melhor) e aplicar todos os conceitos que foram abordados nas aulas Teóricas de física 1.**”* (R-19)

Na dimensão **Conteúdos abordados** foram incluídos 4 extractos das reflexões onde os estudantes mencionaram que todos os conteúdos abordados na disciplina tiveram uma aplicação no Projecto do Elevador da Física. Também referiram que este permitiu: a) integrar todos os conteúdos numa aplicação prática; b) aos estudantes compreenderem a interligação entre os conceitos físicos leccionados. De forma a ilustrar a opinião dos estudantes sobre esta dimensão transcrevem-se alguns extractos das reflexões:

- *“...o facto de **abordar todas as matérias e as tarefas estarem dependentes umas das outras faz-nos ver que as matérias não estão isoladas mas sim interligadas.**”* (R-3)
- *“Também posso dizer que o trabalho **abrange quase toda a matéria dada nas aulas Teóricas, o que me ajudou a aprender Física 1.**”* (R-17)
- *“Numa perspectiva pessoal, este projecto revelou-se **integrador de todos os conceitos físicos que foram desenvolvidos nas aulas Teóricas e, simultaneamente permitiu inter-relacionar conceitos que aparecem parcelados mas que apenas em conjunto nos permitem compreender a complexidade dos sistemas físicos que estão diariamente ao nosso dispor.**”* (R-20)

Finalmente, a última dimensão analisada foi a **Aprendizagem com o PEF**. Aqui foram incluídos todos os excertos das reflexões em que os estudantes mencionaram que o Projecto do Elevador da Física foi um elemento que promoveu a aprendizagem da disciplina. De forma a ilustrar a percepção dos estudantes sobre a importância que o Projecto do Elevador da Física teve na sua aprendizagem transcrevem-se alguns desses excertos:

- *“Este trabalho, desenvolvido ao longo do semestre, permitiu uma maior interligação entre a física e o que nos envolve. **E através das discussões surgidas nas aulas tivemos uma melhor aprendizagem.**” (R-1)*
- *“...acho que o projecto nos ajudou muito e acho que o facto de ser um projecto que foi imaginado por nós estimula a aprendizagem...depois como se trata da aplicação dos conteúdos ao dia-a-dia, mostrou-nos a utilidade desses conteúdos, tornando a física mais acessível e apelativa.” (R-3)*
- *“Este tipo de trabalhos ajudam em muito a progredirmos quer a nível de estudo quer a nível de compreensão dos conceitos físicos; começo também a integrar-me na engenharia civil e a desenvolver trabalho em grupo o que é muito útil no dia-a-dia de um engenheiro.” (R-18)*

Da análise das reflexões feitas pelos estudantes pode-se concluir que estes consideraram o Projecto do Elevador da Física como um elemento importante para a sua aprendizagem, uma vez que, com este projecto conseguiram projectar os conteúdos abordados na disciplina para o seu dia-a-dia e futuro profissional. Também reconheceram a importância do trabalho de grupo, não só para a sua aprendizagem, mas também para o desenvolvimento de competências importantes para o seu futuro profissional. Finalmente, também, consideraram o professor um elemento importante quer para o desenvolvimento deste tipo de projectos quer como motivador de aprendizagem.

5.4 Breve análise do desempenho final dos estudantes na disciplina

Apesar dos objectivos do nosso estudo se centrarem fundamentalmente no desenvolvimento de estratégias potenciadoras, quer da motivação dos estudantes pelo estudo da Física, quer das suas aprendizagens durante o processo de ensino e aprendizagem, considerou-se relevante fazer uma análise, mesmo que sumária, ao seu desempenho final na disciplina. Este desempenho refere-se, não só às classificações finais obtidas, mas também à percentagem de estudantes que não reuniram as condições de aprovação na disciplina por: a) não terem cumprido os requisitos mínimos, na medida em que não entregaram os documentos exigidos nas aulas Teórico-práticas e Práticas (à frente designados por “NF”- Não frequentou) ou b) por não terem comparecido a nenhum dos exames (à frente designados por “NC”- Não Classificado).

De referir também, que se excluiu desta análise o desempenho dos estudantes no exame final da disciplina, em virtude do autor deste trabalho não ter tido acesso, para análise, às respostas dos estudantes nos mesmos.

No sentido de introduzir um elemento de referência quanto ao desempenho final dos estudantes na disciplina de Física I, os resultados aqui apresentados incluem não só elementos relativos ao ano lectivo em que se implementaram as estratégias descritas no Capítulo 4 (2006/2007) mas também ao ano lectivo anterior (2005/2006). De notar que a estrutura do exame (Anexo 12) e dos critérios de avaliação da disciplina (Anexo 13) nos dois anos lectivos em causa não eram significativamente diferentes, o que dá alguma validade à comparação que irá ser feita de seguida.

A Tabela 5.34 sumaria a informação contida nas pautas finais da disciplina de Física I nos dois anos lectivos em análise.

Da análise da Tabela 5.34 pode-se afirmar que não há diferenças consideráveis, nos dois anos, quanto à percentagem de estudantes: a) não classificados (estudantes NF e NC)⁵; b) que compareceram aos exames. Existe, no entanto, alguma diferença na

⁵ Conforme referido no texto NF significa “Não Frequentou” e aplica-se aos estudantes que não satisfizeram os requisitos mínimos, ou porque não entregaram os relatórios exigidos nas aulas Práticas ou porque não entregaram o que lhes era exigido nas aulas Teórico-práticas; NC significa Não Classificado e atribui-se aos estudantes que não compareceram a nenhum dos exames.

percentagem de estudantes que são aprovados à disciplina: essa percentagem é superior no ano lectivo de 2006/2007 (diferença de 13,5% relativamente ao ano lectivo 2005/2006). Verifica-se, também, que a percentagem de estudantes reprovados no ano lectivo 2006/2007 diminui 15,0% relativamente à do ano anterior.

Tabela 5.34: Comparação entre as informações contidas nas pautas dos anos lectivos 2005/2006 e 2006/2007

Ano Lectivo/ Dimensão	2005/2006 (% de estudantes)	2006/2007 (% de estudantes)
Estudantes com NF e NC	36,7	39,7
Estudantes que foram aos exames	63,3	60,2
Estudantes Reprovados (dos que foram a exame)	47,7	32,2
Estudantes Aprovados (dos que foram a exame)	54,3	67,8

Um outro aspecto que nos mereceu atenção foi a classificação final obtida na disciplina nos dois anos lectivos (Figura 5.39). Pela análise desta figura pode-se constatar que as classificações finais no ano lectivo 2006/2007 evidenciam um desvio positivo em relação ao ano anterior. Verifica-se ainda, que a moda das classificações finais no ano lectivo de 2005/2006 foi de 10 valores, sendo que no ano lectivo 2006/2007 foi de 12 valores.

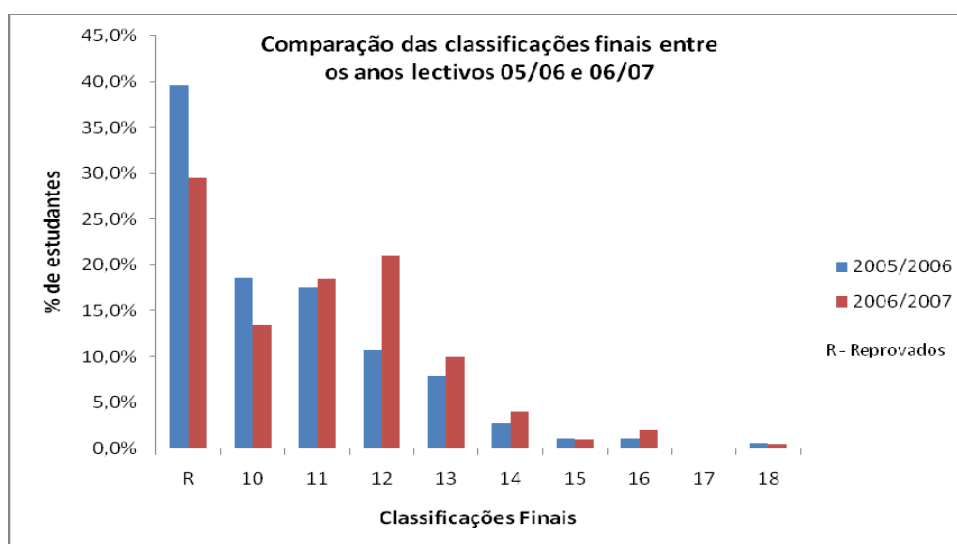


Figura 5.39: Comparação das classificações finais entre os anos lectivos 2005/2006 e 2006/2007

Apesar de não existirem diferenças muito significativas no desempenho final dos estudantes nos dois anos lectivos pode-se dizer que os de 2006/2007 obtiveram melhores classificações que os de 2005/2006. Mesmo que as classificações finais possam não ser um indicador absoluto do que os estudantes aprenderam, espera-se que a evolução verificada corresponda a melhores aprendizagens como resultado das estratégias implementadas.

5.5 Triangulação dos resultados obtidos

Nesta secção ir-se-á fazer a triangulação dos resultados obtidos a partir das diferentes fontes (questionário, entrevistas, relatórios finais do Projecto do Elevador da Física e reflexões dos estudantes sobre esse projecto), assim como a sua interpretação à luz quer dessa triangulação, quer da literatura consultada.

Uma das finalidades da intervenção didáctica realizada na disciplina era a de melhorar a percepção que os estudantes têm sobre a Física e da sua utilidade no curso de engenharia que frequentam.

Os resultados obtidos no questionário (Q) indicam que os estudantes sentiram interesse pela disciplina (Q – 63,7%), conseguindo compreender a sua importância para o seu futuro profissional (Q – 65%). Estes resultados foram corroborados pelos obtidos nas entrevistas (E) onde os estudantes (E – 66,7%) referiram que a disciplina de Física é importante para o seu futuro profissional na medida em conseguiram compreender que os conteúdos abordados tinham aplicação no dia-a-dia e que a disciplina os ajudou a desenvolver competências úteis para o seu futuro profissional. Referiram ainda, que um dos aspectos mais positivos da disciplina foi aplicação dos conteúdos leccionados a situação do dia-a-dia. Estes resultados contrariam o mencionado no estudo realizado por Parker et al.(1995) no que respeita à opinião de professores de Cursos de Engenharia sobre a percepção que os seus estudantes tinham sobre as disciplinas básicas dos mesmos, como a de Física. As estratégias de ensino implementadas em sala de aula, nomeadamente no que se refere ao Elemento Integrador - Projecto do Elevador da Física, podem ter contribuído para essa mudança nos estudantes.

Também o sistema de avaliação adoptado na disciplina promoveu, segundo todos os estudantes entrevistados, o envolvimento, a participação, a motivação e a consequente aprendizagem. O facto de terem sido proporcionados vários momentos de avaliação feitos com instrumentos diferentes, acompanhados de *feedback*, favoreceu o acompanhamento da disciplina ao longo do semestre. Este resultado está de acordo com o estudo de Irons (2007), no qual é referido que a existência de vários momentos de avaliação, com *feedback*, promove a motivação dos estudantes e permite melhorar os seus níveis de aprendizagem.

A reforçar o que tem vindo a ser referido, note-se que quando os estudantes envolvidos no nosso estudo se pronunciaram sobre os aspectos globais da disciplina afirmaram que o ensino ministrado teve qualidade uma vez que se sentiram motivados e acompanhados pelos professores.

No sentido de promover o envolvimento activo do estudante no seu processo de aprendizagem foram implementadas várias estratégias nos diferentes tipos de aulas. Nas aulas Teóricas, tradicionalmente expositivas, foram introduzidas como estratégias os Trabalhos Para Casa de Leitura (TPCL) e as perguntas conceptuais.

A estratégia que os estudantes referiram mais nas entrevistas, como promotora da aprendizagem foi, de facto, a utilização de perguntas conceptuais (77,8%), argumentando que elas permitiram fazer a ligação dos assuntos abordados na disciplina com o mundo real e que promoveram também, as discussões em sala de aula o que evidenciou ser importante para a sua aprendizagem (88,8%). Este resultado foi corroborado, pelos resultados obtidos no questionário onde os estudantes (78,4%) disseram que as discussões ocorridas em sala de aula foram promotoras da sua aprendizagem. Esta constatação dos estudantes encontra eco na literatura. Por exemplo, Nicol & Boyle (2003) afirmam que as discussões em sala de aula são importantes para a aprendizagem pois a troca de ideias, entre os estudantes, permite, por um lado, a partilha de conhecimento e, por outro, a defesa de ideias, o que conduz ao desenvolvimento da argumentação e à mobilização de conhecimentos. Acresce a este aspecto o referido por Arons (1995) ao defender que os estudantes, muitas vezes, só conseguem interiorizar conceitos e raciocínios se lhes for pedido que os expliquem por palavras suas.

Ainda no que diz respeito à opinião dos estudantes sobre o recurso às perguntas conceptuais de referir que, nas entrevistas, estes disseram que essas perguntas os motivaram (77,8%) porque originavam discussão, tornando assim, as aulas mais participativas. No entanto, relembre-se que no questionário apenas 55,4% dos estudantes referiram sentir-se motivados com as perguntas conceptuais. Porém, e como já foi referido ao longo deste capítulo, existem diferenças de opinião entre os estudantes do regime diurno e do regime diurno pós-laboral. Para a maioria destes últimos (80,8%) as perguntas conceptuais foram motivadoras (em contraponto com os 41,7% do estudantes do regime diurno).

Segundo a literatura (Mazur, 1997c; Meltzer & Manivannan, 2002) para que a utilização das perguntas conceptuais seja mais eficaz para a aprendizagem dos estudantes é necessário que estes façam, antes das aulas, um estudo prévio dos conteúdos a serem leccionados. Por esta razão, na disciplina de Física I foram criadas folhas de leitura, uma para cada aula Teórica, que os estudantes deveriam ler antes da respectiva aula. Os estudantes do regime diurno não consideraram, porém, esta estratégia tão motivadora como os do regime diurno pós laboral porque, segundo os resultados das entrevistas, apenas 30,0% destes estudantes liam estas folhas antes das aulas, com alguma frequência, contrapondo aos 62,5%, dos estudantes do regime diurno pós-laboral que o faziam. Assim, e de acordo com os autores referidos, os estudantes que liam as folhas antes da aula, reconheceram a importância de o fazer, ou seja, estavam mais à vontade nas aulas para participarem nas discussões.

Para reforçar os aspectos positivos referidos quanto às inovações introduzidas nas aulas Teóricas, relembre-se que 68,9 % dos estudantes que responderam ao questionário afirmaram preferir o tipo de aulas leccionadas às aulas ditas tradicionais, justificando esta opinião na importância que elas representaram para a sua aprendizagem da disciplina. Finalmente, 75,7% dos estudantes mencionaram ainda, que as aulas Teóricas foram eficazes para a aprendizagem da disciplina.

No sentido de promover e melhorar a aprendizagem dos estudantes foram desenvolvidas diferentes estratégias nas aulas Teórico-práticas. Nas entrevistas as estratégias mais referenciadas pelos estudantes, como importantes para a aprendizagem,

foram os Trabalhos Para Casa e o Projecto do Elevador da Física (77,8% e 72,2%, respectivamente). Recorde-se que os Trabalhos Para Casa (TPC) foram acompanhados, pelo menos na turma do autor deste estudo, de *feedback* por parte do professor. Os resultados, nas entrevistas, para os dois regimes de estudantes, foram muito semelhantes quanto à importância dos TPC para o processo de aprendizagem. No entanto, nas respostas ao questionário verificaram-se algumas diferenças em relação aos estudantes dos dois regimes: só 39,2% dos estudantes do regime diurno consideram os TPC importantes para a sua aprendizagem; em contrapartida 80,0% dos estudantes do regime diurno pós-laboral consideram-nos importantes. Outra diferença encontrada refere-se à importância que o *feedback* dos TPC teve para a aprendizagem dos estudantes. Para 89,0% dos estudantes do regime diurno pós-laboral os comentários feitos/*feedback* pelo professor aos TPC foram considerados muito importantes para a sua aprendizagem e só 38,0% dos estudantes do regime diurno os consideraram de igual modo. Estes últimos resultados podem ser interpretados com o que estudantes disseram nas entrevistas: 40,0% dos estudantes do regime diurno disseram não ter tido qualquer *feedback* aos TPC, enquanto que todos os estudantes do regime diurno pós-laboral disseram ter tido esse *feedback*. A importância dos TPC acompanhados de *feedback*, é referido por Walberg & Paik (2000a). Segundo estes autores os Trabalhos Para Casa são uma forma de prolongar o tempo de estudo e melhorar a aprendizagem mas, para que sejam úteis para aprendizagem dos estudantes, eles têm de ser comentados e discutidos. Tem, assim, que existir *feedback*, por parte do professor, no sentido de indicar aos estudantes os erros cometidos para que estes assim possam melhorar o seu desempenho.

Outra estratégia implementada nas aulas Teórico-práticas foi o Elemento Integrador: o Projecto Elevador da Física. Esta estratégia foi a segunda mais referenciada pelos estudantes (72,2%) nas entrevistas, como promotora de aprendizagens (60% para o regime diurno e 87,5% para o regime diurno pós-laboral). Segundo os estudantes este projecto foi promotor das aprendizagens porque lhes permitiu fazer a interligação de conceitos numa aplicação prática, porque, tendo estado presente ao longo da disciplina, os manteve activos e participativos e, ainda, porque num único projecto conseguiram mobilizar todos os conteúdos abordados. É de referir, no entanto, que os resultados

obtidos no questionário para os estudantes do regime diurno não estão totalmente de acordo com os obtidos nas entrevistas. No questionário, e quando foi perguntado aos estudantes diurnos se o Projecto do Elevador da Física os ajudava a esclarecer os conteúdos abordados na disciplina, apenas 20,0% dos estudantes responderam que sim. Também lhes foi perguntado se o Projecto do Elevador da Física foi um elemento promotor da participação nas aulas, e aqui só 18,0 % dos estudantes responderam também afirmativamente. Conforme os resultados anteriormente apresentados, 56,0% dos estudantes do regime diurno só reconheceram como factor positivo do Projecto do Elevador da Física a interligação de conceitos e a sua aplicação ao mundo real.

Para procurar interpretar estes resultados é necessário recorrer à análise dos relatórios finais do Projecto do Elevador da Física elaborados pelos estudantes. Dos 19 relatórios analisados do regime diurno verificou-se que muitos deles estavam incompletos, ou seja, não continham as 9 tarefas/problema propostas (apenas 36,8% dos grupos entregaram todas as tarefas). Para além disso, muitas das respostas estavam erradas ou incompletas. Estes foram eventualmente os motivos que levaram esses estudantes a não considerarem o Projecto do Elevador da Física como um elemento que esclareceu conceitos, nem tão pouco como motivador. Esta interpretação pode ser corroborada com recurso às entrevistas. Relembre-se que nenhum estudante do regime diurno afirmou ter tido *feedback* às tarefas do Projecto do Elevador da Física e 60,0% deles afirmaram não ter tido apoio por parte do professor. Esta falta de apoio e de *feedback* sentida pelos estudantes do regime diurno está, ainda, de acordo com o que alguns deles disseram na pergunta aberta do questionário, quando lhe foi solicitado para darem sugestões de melhoria das aulas Teórico-práticas. Segundo alguns desses estudantes do regime diurno, nas aulas Teórico-práticas deveria existir maior interacção professor-estudante (32,4%) e o professor deveria ser mais qualificado (14,7%).

Quando os estudantes do regime diurno referem a pouca, ou falta de, interacção entre professor e estudante, esta opinião poderá ter ainda origem no número reduzido de horas de contacto que estes tiveram com o mesmo professor. Relembre-se que no caso dos estudantes do regime diurno as aulas Teóricas foram leccionadas por um professor, as aulas Teórico-práticas por cinco docentes diferentes, e as aulas Práticas foram

distribuídas por seis docentes. Esta distribuição, em muitos casos, implicou que uma mesma turma poderá ter tido três docentes diferentes nos três tipos de aulas. Pelo contrário, no regime diurno pós-laboral, a maioria dos estudantes teve o mesmo docente nos três tipos de aulas (apenas uma turma, de 12 estudantes, teve um docente diferente nas aulas Práticas). Ter tido professores diferentes nos três tipos de aulas limita o tempo de contacto professor-estudante a 2 horas semanais, não favorecendo a interacção entre o professor e os estudantes. Por outro lado, a maioria dos estudantes do regime diurno pós-laboral tiveram 6 horas de contacto semanal com o mesmo professor, o que poderá ter favorecido a ocorrência de um ambiente de confiança, promotor da interacção professor-estudante. Como as estratégias implementadas necessitam de uma forte interacção professor-estudante, estas podem ser seriamente comprometidas se não estiverem reunidas as condições necessárias para que ela ocorra. Estes resultados estão de acordo com o referido por Mehlenbacher et al. (2000). Segundo estes autores as estratégias de aprendizagem activa só resultam se houver interacção entre professor-estudante.

Para o regime diurno pós-laboral, os resultados obtidos nas entrevistas estão de acordo com os obtidos no questionário. Estes estudantes responderam positivamente às três questões sobre o Projecto do Elevador da Física: a) ajuda a esclarecer conceitos (70,0%); b) é um elemento motivador que promove a participação nas aulas (63,3%); c) é um elemento que permite a ligação dos diferentes conteúdos e a sua aplicação ao mundo real (83,3%). Estes resultados ainda estão de acordo com análise dos relatórios finais do Projecto do Elevador da Física. Nesta, verificou-se que todos os grupos do regime diurno pós-laboral entregaram a totalidade das resoluções das tarefas propostas e a qualidade das respostas foi superior à dos estudantes do regime diurno. Estes resultados podem encontrar uma explicação nas entrevistas, quando todos os estudantes do regime diurno pós-laboral disseram ter tido apoio do professor, nomeadamente através do *feedback* obtido durante a execução do projecto. É de salientar, novamente, a importância do *feedback* pois os melhores relatórios foram os dos grupos que entregaram versões preliminares ao longo do semestre.

As opiniões recolhidas nas reflexões feitas pelos estudantes do regime diurno pós-laboral, vêm corroborar os resultados referidos anteriormente. Na verdade, estes estudantes defendem a utilização deste tipo de projecto pois, segundo eles, permitem uma melhor aprendizagem porque interligam todos os conceitos e conteúdos numa aplicação ao mundo real. A mobilização dos conteúdos abordados na disciplina a um problema da vida real promove aprendizagens porque os estudantes vêem a aplicação e a utilidade dos mesmos, dando-lhes significado (Whitelegg & Parry, 1999). Outra vantagem apontada pelos estudantes para a utilização deste tipo de projecto é a possibilidade de trabalharem em grupo pois, segundo eles, o trabalho de grupo é promotor de aprendizagens porque há partilha de ideias e troca de informações. Permite ainda, o desenvolvimento de competências sociais, nomeadamente o respeito pela opinião dos outros, e o trabalho de equipa, competências transversais estas que se desejam actualmente promover também no Ensino Superior.

Ainda relativamente ao trabalho de grupo, esta estratégia foi referida, nas entrevistas, por 33,3% dos estudantes como promotora de aprendizagens. É importante referir que esta é a única estratégia, referida nas entrevistas, em que os estudantes do regime diurno consideraram mais importante para a sua aprendizagem do que os estudantes do regime diurno pós-laboral (40,0% para o regime diurno e 25,0% para o regime diurno pós-laboral). A falta de apoio por parte dos professores, referida pelos estudantes do regime diurno, poderá explicar este facto, pois o trabalho de grupo é a única estratégia em que as aprendizagens podem ocorrer sem intervenção directa do professor. Este resultado também está de acordo com os obtidos no questionário, pois o trabalho de grupo é a única estratégia que a maioria dos estudantes do regime diurno (51,0%) considerou como promotora de aprendizagens. Esta característica do trabalho de grupo é sustentada por Heller et al (1992). Segundo este autor o trabalho de grupo permite colmatar a falta de apoio dos professores, uma vez que os elementos do grupo podem discutir a apoiar-se e, desta forma, preencher as lacunas de uma informação incompleta ou mesmo incorrecta. De facto, nas entrevistas, os estudantes afirmaram que as discussões ocorridas no seio do grupo permitiram a consolidação de conhecimentos, o aprofundamento dos conteúdos e a aprendizagem com os colegas, o que está de acordo com o referido por Johnson &

Johnson (1987). Estes autores afirmam que o trabalho em grupo permite a partilha de conhecimentos e o desenvolvimento da argumentação científica dos estudantes promovendo, assim, as suas aprendizagens.

6 Conclusões

6.1 Principais conclusões e contributos específicos do estudo

O estudo apresentado pretendeu, por um lado, alterar a percepção que os estudantes de um Curso Superior de Engenharia têm sobre a Física e o seu ensino, aumentar a sua motivação e potenciar as suas aprendizagens. Por outro, pretendeu contribuir para o desenvolvimento de conhecimento didáctico sobre o tema. Fê-lo através da utilização de estratégias de aprendizagem activa e de um Elemento Integrador, num contexto de investigação-acção.

Apresentando apenas um argumento que justifique o estudo realizado, recordemos a literatura quando esta refere que muitos estudantes dos Cursos de Engenharia pensam que as disciplinas de Física são desnecessárias, desmotivantes e sem qualquer interesse para o seu futuro profissional (por exemplo: Redish, 2003).

Finalizado o nosso estudo, julgamos ter evidências para afirmar que a abordagem didáctica utilizada na disciplina de Física I conseguiu alterar essa percepção nos estudantes e, ainda, motivá-los para o estudo e promover aprendizagem activa. Em jeito de síntese os resultados obtidos indicam que:

- os estudantes sentiram interesse pela disciplina conseguindo compreender a sua importância para o futuro profissional. Essa importância foi, para a maioria dos estudantes, terem conseguido, por um lado, ver a aplicação da Física ao dia-a-dia no Elemento Integrador e, por outro, porque os ajudou a desenvolver a sensibilidade para a futura profissão de engenheiro.
- o sistema de avaliação da disciplina promoveu, segundo os estudantes, o seu envolvimento, a sua participação e motivação e, consequentemente, a sua aprendizagem. O facto de terem vários momentos de avaliação, de estes serem feitos com instrumentos diferentes e acompanhados do *feedback* do professor, favoreceu o processo de aprendizagem na disciplina.

- o acompanhamento pelos professores, quando este existiu, foi um dos aspectos globais da disciplina mais valorizado pelos estudantes.

Mais especificamente, e relativamente às aulas Teóricas, podemos afirmar que:

- a utilização de perguntas conceptuais foi uma das estratégias que os estudantes consideram de maior sucesso, pois associadas a estas perguntas existiram discussões e debates que promoveram a participação, tornando as aulas mais interactivas, menos “ chatas” e mais motivantes. Outra das vantagens associadas à discussão de ideias, talvez a mais importante, é que segundo os estudantes a partilha de ideias foi uma forma de consolidarem a informação recebida, resultando em aprendizagem.
- a utilização das folhas de leitura, como apoio às aulas, aparentemente não teve grande sucesso, provavelmente porque a sua relevância não foi compreendida por muitos estudantes. Uma das razões que pode ser apontada para esta falta de sucesso é o facto de no ensino tradicional de ciências não existir a cultura de realizar leituras antes das aulas. Segundo Mazur (1997b) se as aulas não fossem de ciências, mas sim de literatura inglesa (ou portuguesa, dizemos nós), os estudantes não estranhariam que lhes fosse pedido para lerem um determinado texto antes da aula, para que depois, durante a mesma, ele fosse discutido. Esta mudança de atitude dos estudantes requer algum tempo para ocorrer, devendo os professores encontrar argumentos e acções para que essa mudança ocorra. Por exemplo: a) dinamizando as aulas com base nas perguntas que emergem dos estudantes que tenham feito essas leituras; b) reforçando, durante as aulas, a importância dessas leituras; c) pedindo aos estudantes que sugiram formas de melhorar a qualidade dos textos fornecidos; d) pedindo aos estudantes que façam a sua auto-avaliação relativamente ao seu empenho nessas leituras e discutindo esses resultados com eles. No entanto, houve estudantes que reconheceram, nas entrevistas, a importância de ler as folhas de leitura antes das aulas. As principais vantagens

apontadas foram as de lhes permitirem estar mais atentos às discussões e acompanhar mais facilmente os conteúdos abordados, pois já tinham tido um primeiro contacto com eles.

- como resultado das estratégias implementadas, os estudantes notaram diferenças entre estas aulas e as “tradicionais”, preferindo as primeiras. Para além das diferenças já referidas (perguntas conceptuais, discussões e debates) os estudantes apontaram como uma diferença importante a existência de interacção professor-estudante.
- estas aulas foram importantes para a aprendizagem da disciplina, pois era aqui que eram apresentados e explicados os conteúdos abordados.

No que respeita às aulas Teórico-práticas, podemos afirmar que:

- a grande maioria dos estudantes entrevistados referiram que estas foram fundamentais para a aprendizagem da disciplina, pois era aqui que resolviam e discutiam exercícios, aplicando os conhecimentos adquiridos nas aulas Teóricas.
- os Trabalhos Para Casa foram úteis para a aprendizagem porque, segundo os estudantes, estes: a) promoveram o estudo autónomo; b) permitiram identificar as dificuldades e, por isso, solicitar ajuda ao professor atempadamente; c) promoveram a aplicação prática dos conhecimentos adquiridos; d) permitiram acompanhar a disciplina e, assim, progredirem nas suas aprendizagens.
- o *feedback* dado pelo professor aos Trabalhos Para Casa fez com que a aprendizagem se tornasse mais eficaz, pois os estudantes: a) conseguiam identificar os erros cometidos e aprender com eles e b) sabiam quais os conteúdos que precisavam de aprofundar.
- o Elemento Integrador, Projecto do Elevador da Física, foi considerado pelos estudantes como promotor de aprendizagem porque permitiu: a) a

interligação e sistematização dos conhecimentos abordados na disciplina; b) a integração de todos os conteúdos leccionados e a sua aplicação na resolução de problemas; c) acompanhar a disciplina ao longo do semestre; d) estarem activos e participativos na sua aprendizagem.

- outras vantagens referidas pelos estudantes, em relação ao Elemento Integrador, Projecto do Elevador da Física, e que corroboram a primeira conclusão por nós acima mencionada, foram: a) o tornar viável aprender Física com recurso a uma aplicação do dia-a-dia; b) a ligação da Física com a sua área profissional futura; c) o aprofundamento de conceitos; d) o proporcionar um estudo diferente para o exame através do relatório final do projecto; e) o ter promovido uma atitude activa nas aulas e na sua aprendizagem.
- os estudantes consideram o Trabalho de Grupo promotor de aprendizagem porque permitiu: a) a consolidação de conhecimentos; b) o aprofundar dos conteúdos leccionados; c) a aprendizagem com os colegas através das discussões ocorridas no seio do grupo; d) a participação mais activa nas aulas. Para além destas vantagens relacionadas com a aprendizagem, os estudantes ainda referiram que o Trabalho de Grupo permitiu desenvolver competências a nível da gestão relacional inter-pessoal e o respeito pela opinião dos outros que, reconheceram, serem importantes para a futura actividade profissional.

Assim, e concluindo do acima referido, pode-se afirmar que as estratégias implementadas, tanto nas aulas Teóricas como nas aulas Teórico-práticas, foram de uma forma geral promotoras de motivação, de participação activa dos estudantes nas aulas e nas suas aprendizagens.

No entanto, e conforme o explanado no Capítulo 5, em todas as dimensões analisadas verificam-se diferenças, muitas das vezes consideráveis, entre os estudantes do regime diurno (RD) e os estudantes do regime diurno pós-laboral (RPL).

As diferenças mais consideráveis entre os dois regimes de estudantes, relativamente às aulas Teóricas estão relacionadas com: a) a interacção professor-estudante; b) a utilização das folhas de leitura.

Como referido na triangulação dos resultados (secção 5.5) alguns estudantes do regime diurno afirmaram ter havido pouca interacção entre o professor e estudantes, nas aulas Teóricas. Relativamente às folhas de leitura apenas os estudantes do regime diurno pós-laboral afirmaram terem lido mais assiduamente as folhas antes da aula Teórica.

Em relação às aulas Teórico-práticas as diferenças registadas entre os dois regimes de estudantes são assinaláveis.

No que respeita às estratégias implementadas nestas aulas os estudantes do regime diurno consideraram-nas no questionário, de uma forma geral, pouco eficazes para a sua aprendizagem. Excepção se verifica em relação ao Trabalho de Grupo, que foi a única estratégia que consideraram potenciadora de fomentar aprendizagem. Como já foi dito, esta estratégia é a única que não requer a intervenção directa do professor para promover a aprendizagem (Heller et al., 1992).

As razões que poderemos apontar para estas diferenças são:

- **Maior maturidade e responsabilidade dos estudantes do regime diurno pós-laboral**, já que sendo a maioria trabalhadores-estudantes estarão mais habituados a tirar partido de estratégias onde é necessário apresentar e discutir ideias, podendo evidenciar ainda maior responsabilidade nas tarefas que lhe são pedidas.
- **Falta de interacção professor-estudante**. Os estudantes do regime diurno afirmaram ter sentido falta de interacção entre o professor e os estudantes.
- **Falta de *feedback* às tarefas propostas e apoio por parte dos professores**. Muitos dos estudantes do regime diurno afirmaram não ter tido *feedback* aos Trabalhos Para Casa e todos os estudantes entrevistados referiram não ter tido *feedback* por parte do professor às tarefas do Projecto do Elevador da Física. A maior parte dos estudantes entrevistados do regime diurno referiram

não terem tido apoio, por parte dos professores, durante as aulas Teórico-práticas.

- **Número de horas de contacto.** Os estudantes do regime diurno, pelo facto de terem tido de uma forma geral, diferentes professores nos três tipos de aulas fez com que o número de horas de contacto com cada um dos professores fosse, em média, de 2h. No caso dos estudantes do regime diurno pós-laboral o número de horas de contacto, para a maioria dos estudantes, foi de 6h. Contudo esta explicação pode ter duas consequências. Se, por um lado, o número de horas em que existe contacto, entre os estudantes e os professores, pode potenciar um estreitamento de relações e, assim, melhorar significativamente a interacção professor-estudante, por outro, e caso o professor não tenha as competências necessárias para promover essas interacções, poderá agravar a mesma.
- **Insuficiente preparação pedagógica e científica dos professores ou reduzido envolvimento destes na docência.** Para que as estratégias implementadas tenham sucesso os professores necessitam de ter um conhecimento aprofundado das mesmas, assim como da forma de as implementar. Por outro lado, é notório o aumento do investimento que os professores precisam de efectuar na sua actividade docente, nomeadamente pela importância de que se reveste a interacção professor-estudante, o *feedback* aos estudantes e a preparação das aulas, por exemplo, das perguntas conceptuais e de Elementos Integradores. Sem essa preparação e investimento na docência será difícil, se não impossível, reunir as condições para o sucesso das estratégias descritas.

Para além dos contributos que os resultados acima sumariados possam ter, julgamos, por fim, que o nosso estudo:

- evidenciou a relevância didáctica das estratégias implementadas, estratégias estas que certamente com as devidas adaptações, poderão ser utilizadas em outros contextos do Ensino Superior;

- disponibilizou, nomeadamente para professores que leccionem disciplinas do tipo da Física I, um conjunto de matérias didácticas que podem ser por eles utilizados.

6.2 Limitações do estudo

O estudo desenvolvido apresenta, do nosso ponto de vista, duas principais limitações.

A primeira limitação advém do contexto em que foi realizado. Apesar das vantagens sentidas pelo facto de o docente-investigador não ser o único envolvido na leccionação da disciplina e, ainda por cima, poder ter podido partilhar opiniões com o docente responsável pela mesma que também se encontrava a desenvolver investigação no mesmo contexto, isso acabou por apresentar alguns constrangimentos.

O primeiro refere-se à necessidade que existiu de negociar, com o docente responsável e também investigador, as dimensões da disciplina que seriam alvo de investigação em cada um dos estudos. Este facto levou a que o nosso estudo não se pode por exemplo, reportar em detalhe o ocorrido nas aulas Práticas da disciplina. Certamente que a visão do percurso formativo global dos estudantes na disciplina poderia ter acrescentado mais elementos sobre o mesmo.

Em segundo lugar, o facto de existirem vários docentes a leccionar a disciplina. Nem todos certamente apresentaram o mesmo grau de conhecimento e envolvimento face às inovações introduzidas, o que pode ter originado implicações no sucesso das mesmas junto dos estudantes tendo afectado o sucesso das estratégias concebidas. Esta razão pode estar na base de algumas das diferenças identificadas nos resultados do nosso estudo entre os estudantes do regime diurno e do regime pós-laboral.

O terceiro constrangimento, associado eventualmente ao anterior, traduziu-se na nem sempre colaboração dos docentes na recolha da informação solicitada pelo docente-investigador. Isso aconteceu nomeadamente em duas situações: uma na não aplicação do questionário final aos estudantes das suas turmas; uma outra na não entrega dos relatórios finais dos estudantes sobre o Projecto do Elevador da Física.

Por fim, e ainda quanto à primeira, refira-se o facto de o docente-investigador, por não ser o docente responsável da disciplina, não ter tido acesso para análise, por exemplo às respostas dos estudantes ao exame final.

Olhando hoje para o percurso evidenciado na investigação, e na procura de ultrapassar a limitação referida, o docente-investigador poderia ter optado por duas vias: a) apenas ter estudado o ocorrido com os seus estudantes ou b) ter tido uma preocupação acrescida com o envolvimento de todos os docentes nas inovações introduzidas, o que poderia ter acontecido nomeadamente nas reuniões quinzenais realizadas, assim como na procura de um contacto mais próximo com os mesmos.

A segunda limitação prende-se com o tipo de informação recolhida e com a altura em que e mesma foi obtida. A informação usada para avaliar as estratégias foi oriunda fundamentalmente das opiniões dos estudantes, obtidas das suas respostas ao questionário e à entrevista. Esta informação foi recolhida imediatamente a seguir à finalização da disciplina. Embora a opinião dos estudantes tivesse sido enriquecida, e cruzada, também com outros elementos (nomeadamente os relatórios do Projecto do Elevador da Física e notas de campo do docente-investigador), pensamos hoje que poder-se-ia ter ido um pouco mais além. Por exemplo, ter questionado formalmente os docentes envolvidos na disciplina ou mesmo outros docentes de disciplinas dos mesmos estudantes, no sentido de averiguar alguma eventual diferença na postura dos mesmos. Também esse questionamento, e mesmo o feito aos estudantes, poderia ter acontecido novamente passado, por exemplo, seis meses do término da disciplina. Isso não nos ocorreu e hoje consideramos que poderia ter sido uma mais-valia se o tivéssemos feito.

6.3 Sugestões para o ensino da Física no Ensino Superior

Para além dos contributos do estudo, já referidos na secção 6.1, procuraremos agora sistematizar um conjunto de orientações que podem contribuir para o sucesso das aprendizagens de Física, nomeadamente em disciplinas introdutórias de Cursos de Engenharia.

O recurso a estratégias promotoras de aprendizagem activa requerem que o professor:

- não seja um simples transmissor de informação, mas sim que seja capaz de envolver e orientar os estudantes no seu processo de aprendizagem.
- seja capaz de estimular e motivar os estudantes, por exemplo recorrendo a Elementos Integradores.
- apoie e oriente os estudantes nos seus trabalhos, nomeadamente fornecendo *feedback* atempadamente para que estes possam melhorar o seu desempenho.
- promova a discussão entre estudantes e entre estudantes e professor, por exemplo com recurso a perguntas conceptuais, a folhas de leitura sobre conteúdos a serem leccionados.
- potencie a interacção professor-estudante tendo em vista um maior envolvimento do estudante no seu processo de aprendizagem.

Para isso deve (Morelatti, 2002):

- trabalhar a auto-estima do estudante e criar-lhe confiança nas suas capacidades e potencialidades.
- ter claro que a resolução de problemas é fonte e critério para elaboração do saber, constituindo um momento privilegiado em que o estudante (re)constrói o seu conhecimento, interagindo com os outros estudantes e com o professor.
- ter claro que só existe aprendizagem quando o estudante compreende que existe um problema para resolver e se propõe a resolvê-lo.
- não “dar respostas”, incentivando os estudantes a procurarem as soluções para os problemas.
- incentivando, e apoiando, o trabalho de grupo entre estudantes.

Para a construção de um Elemento Integrador o professor deverá encontrar uma situação física que:

- esteja relacionada com a futura actividade profissional dos estudantes;
- permita a formulação de um problema e diferentes tarefas com aplicação prática e com diferentes resoluções;
- seja passível de integrar todos, ou quase todos, os conteúdos e raciocínios abordados na unidade curricular.

Depois de se encontrar o Elemento Integrador o professor deverá planificar um projecto que:

- inclua a definição da sua finalidade;
- inclua a explicitação dos critérios a usar na avaliação da sua resolução;
- inclua diferentes tarefas e sub-problemas, com sub-produtos identificados e de data de realização definida. Essas tarefas e sub-problemas deverão acompanhar a unidade curricular ao longo do semestre;
- garanta que as tarefas e sub-problemas são dependentes umas das outras e intimamente associadas ao projecto no seu todo;
- garanta que as tarefas e sub-problema não sejam só de aplicação directa fórmulas e/ou expressões, mas que criem necessidade aos estudantes de aprofundar os conhecimentos sobre os tópicos abordados;
- seja resolvido em grupos de estudantes (de 4 a 7);
- crie um ambiente de sala de aula que permita aos estudantes interagirem entre si e com o professor;
- o professor fomente e oriente as discussões em grupo, apoiando e clarificando sempre que necessário;

- o professor forneça feedback atempado ao desempenho dos grupos e dos estudantes, com base nos critérios de avaliação definidos.

Todas estas orientações são exigentes para os docentes. Por isso consideramos ser necessário:

- promover a formação pedagógica dos docentes. Ninguém duvida que as competências científicas, no domínio do conteúdo das disciplinas leccionadas, são importantes. Mas cada vez mais pensamos que as competências pedagógicas não podem ser esquecidas. Da mesma forma que para a obtenção de uma boa base científica são necessários vários anos de estudo, o mesmo se passará para o desenvolvimento de uma formação pedagógica adequada.
- incentivar o trabalho colaborativo entre docentes, e eventualmente entre estes e investigadores da área da Didáctica da Física (Costa, 2003).
- promover, igualmente, um trabalho junto dos estudantes (por exemplo, através de um programa de tutoria). Se ao professor de hoje lhe é exigido “ser diferente” e “ser mais presente”, também aos estudantes o é. Certamente que a postura dos estudantes também terá que mudar. A ele também é/deve ser exigido uma elevada responsabilização no seu processo de aprendizagem.

6.4 Sugestões para a investigação

Finalmente, em relação ao trabalho de investigação futuro seria importante estudar:

- de um modo mais aprofundado, e em projectos semelhantes ao efectuado pelo autor: a) a compreensão do impacto das estratégias não apenas ao longo do processo de aprendizagem mas, também, no seu produto, nomeadamente na qualidade de respostas nos exames finais; b) o impacto das estratégias inovadoras implementadas nos estudantes, a médio e longo prazo; c) como

outros elementos integradores, para diferentes domínios da Física, podem ser concebidos e como podem contribuir para a aprendizagem dos estudantes.

- como implementar a mediação entre o professor e os estudantes de forma a que estes se sintam “apoiados” no seu processo de aprendizagem. De referir que este aspecto não foi muito abordado no nosso estudo embora existam fortes indícios da sua importância para a promoção das aprendizagens dos estudantes.
- quais são as novas competências pedagógicas e didáticas dos professores do Ensino Superior de hoje, exigidas para o sucesso dos estudantes em geral e para a implementação de estratégias inovadoras em particular.
- quais as formas de promover o desenvolvimento dessas competências nos professores.

Referências:

- Afonso, N. (2005). *Investigação Naturalista em Educação*. Porto: Colecção em Foco. Edições ASA.
- Amante, M. J. (1999). A formação Pedagógica dos Docentes do Ensino Superior [Electronic Version], 2. Retrieved 02-02-2009, from http://www.aufop.com/aufop/uploaded_files/articulos/1224327597.pdf
- Amaral, F. (2005). *O Ensino da Física nos Cursos de Engenharia Civil e o Novo Paradigma do Ensino Superior Europeu*. Universidade de Coimbra, Coimbra.
- Arons, A. (1995). Thinking Science for Teaching: The Case of Physics. In *Thinking Physics for Teaching*: Kluwer.
- Beane, J. A. (1997). *Integração Curricular: A Conceção do Núcleo da Educação Democrática*: Didáctica Editora.
- Bell, B., & Cowie, B. (2000). *Formative Assessment and Science Education*: Kluwer Academic Publishers.
- Bell, J. (1993). *Doing Your Research Project. A Guide for First-time Researchers in Education and Social Science, 2nd edition*. United Kingdom (London): Open University Press
- Bernhard, J. (2000). *Improving Engineering Physics Teaching - Learning From Physics Education Research*. Paper presented at the PTEE2000 "Physics Teaching in Engineering Education", Budapest 13 - 17 June 2000.
- Biggs, J. (1999). *Teaching for Quality Learning at University*: SHRE and Open University Press.
- Biggs, J., & Tang, C. (2007). *Teaching for Quality Learning at University: What Students Does (3rd ed)*: Mc. Graw Hill. Society for Research into Higher Education & Open University Press.
- Bonwell, C. C., & Eison, J. A. (1991). *Active learning: Creating excitement in the classroom*. Washington, D.C: The George Washington University, School of Education and Human Development.
- Buffler, A., & Allie, S. (1993). *Towards an Active Learning Environment in Physics: Developing Problem Solving Skills Through Cooperative Learning*. Paper presented

- at the Annual Conference of the South African Association of Academic Development, Bellville.
- Burdett, J. (2003). Making Groups Work: University Students' Perceptions. *International Education Journal*, 4(3), 177-191.
- Cachapuz, A., Praia, J., & Jorge, M. (2002). *Ciência, Educação em Ciência e Ensino das Ciências*. Lisboa: Ministério da Educação.
- Carli, H., & Bahls, A. (2006). *A Função Docente no Ensino Superior*. Paper presented at the Synergismus Scyentifica, Pato Branco.
- Carmo, H., & Ferreira, M. (1998). *Metodologia de Invetigação. Guia para Auto-aprendizagem*. Portugal (Lisboa).
- Chickering, A. W., & Gamson, Z. F. (1987). Seven Principles for Good Practice in Undergraduate Education. *The American Association for Higher Education Bulletin*.
- Correia, T. S. (2003). *O insucesso escolar no ensino superior*. Instituto Superior de Ciências do Trabalho e da Empresa, Lisboa.
- Costa, N. (2003). A Investigação Educacional e o seu Impacto(e) nas Práticas Educativas: O Caso da Investigação em Didáctica das Ciências. . Unpublished Lição de Síntese de Provas de Agregação. (Documento policopiado). Universidade de Aveiro
- Cravino, J. P. C. C. (2004). *Ensino da Física Geral nas Universidades Públicas Portuguesas e sua Relação com o Insucesso Escolar*. Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, Vila Real.
- Crouch, C. H., & Mazur, E. (2001). Peer Instruction: Ten years of experience and results. *American Association of Physics Teachers*, 69(9).
- Dirkx, J. (2006). *Curriculum Integration for Alternative Education and Adult Learners. Why It Hasn't Worked and How We Can Make It Effective*. Paper presented at the Connecting the Diverse World Through Education.
- Dochy, F., Segers, M., Bossche, P., & Gijbels, D. (2003). Effectts of Problem-Based Learning: a meta analysis. *Learning and Instruction*, 13, 533-568.
- Duit, R., & Teagust, D. (1995). Students' Conception and Constructivism. Teaching Approaches. In B. Fraser & H. Walberg (Eds.), *Improving Science Education*: National Society for the Study of Education.

- Felder, R. M., & Brent, R. (2007a). *Cooperative Learning*. Paper presented at the Active Learning: Models from the Analytical Sciences, ACS Symposium Series 970, Washington, DC.
- Felder, R. M., & Brent, R. (2007b). Cooperative Learning. Universidade de Aveiro: Workshop on Cooperative Learning.
- Felder, R. M., & Silverman, L. K. (1988). Learning and Teaching in Engineering Education. *Engineering Education*, 78(7), 674-681.
- Felder, R. M., Woods, D. R., Rugarcia, A., & Stice, E. J. (2000). The Future of Engineering Education II. Teaching Methods that Work. *Chem. Engr. Education*, 34(1), 26-39.
- Ferreira, M. (2009). Determinantes do Rendimento Académico no Ensino Superior. *Revista Internacional d'Humanitats*, 15, 55-60.
- Fiolhais, C. (1999). *Física Divertida*. Lisboa: Gradiva-Publicações, Lda.
- Fraenkel, J., & Wallen, N. (2008). *How to Design and Evaluate Research in Education*, 7th Ed. EUA (New York): McGraw-Hill.
- FUP. (s/data). Relatório de Avaliação Externa. Licenciatura em Engenharia Física. . Retrieved 24-05-2005, from http://www.fup.pt/admin/fup/docs/ca/rae_c2a3_ualg.engfis.pdf
- Greening, T. (1998). Scaffolding for Success in Problem-Based Learning [Electronic Version]. *Med Educ Online*, 3, 1-15, from www.utmb.edu/meo/
- Hall, S. R., Waitz, I., Brodeur, D. R., Soderholm, D. H., & Nasr, R. (2002). *Adoption of Active Learning in Lecture-Based Engineering Class*. Paper presented at the 32^a ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference, Boston.
- Halloun, I. A., & D. Hestenes. (1985). The initial knowledge state of students. *American Journal of Physics*, 53(11), 1043-1055.
- Hativa, N. (2000). *Teaching for Effective Learning in Higher Education* Springer.
- Heller, P., & Hollabaugh, M. (1992). Teaching problem solving through cooperative grouping. Part 2: Designing Problems and Structuring Groups. *Am. J. Phys.*, 60(7), 637-644.

Referências

- Heller, P., Keith, R., & Anderson, S. (1992). Teaching Problem Solving Through Cooperative Grouping. Part 1: Group Versus Individual Problem Solving. *American Journal of Physics*, 60(7), 627-636.
- Hestenes, D., Wells, M., & Swackhamer, G. (1992). Force concept inventory. *The Physics Teacher*, 30(3), 141-158.
- Higgins, R., Hartley, P., & Skelton, A. (2002). The Conscientious Consumer: Reconsidering the Role of Assessment Feedback in Student Learning. *Studies in Higher Education*, 27(1), 53-64.
- Intruction at FSU*. (2002). Florida State University.
- Irons, A. (2007). *Enhancing Learning Through Formative Assessment and Feedback*: Routledge.
- Johnson, D., & Johnson, R. (1987). Learning Together & Alone. Cooperative, Competitive & Individualistic Learning (Second Ed.). In: Prentice-Hall International.
- Lammers, W. J., & Murphy, J. J. (2002). A profile of teaching techniques used in the university classroom. *Active Learning in Higher Education*, 3(1), 54-67.
- Leach, J., & Scott, J. (1999). Teaching and learning science: linking individual and sociocultural perspectives. Göteborg: European Association for Research in Learning and Instruction.
- Lei de Bases do Sistema Educativo e Lei de Bases do Financiamento do Ensino Superior, Lei n.º 49/2005 C.F.R. (2005).
- Leitão, L., Paixão, P., & Tomás da Silva, J. (2007). *Motivação dos Jovens Portugueses para a Formação em Ciências e Tecnologia*. Lisboa: Conselho Nacional de Educação.
- Loacker, G., Cronwell, L., & O'Brien, K. (1985). *Assessment in Higher Education: To Serve the Learner*. Paper presented at the Conference on Assessment in Higher Education.
- Lopes, J. B. (2004). *Aprender e Ensinar Física*: Fundação Calouste Gulbenkian.
- Maingain, A., & Dufour, B. (2002). *Abordagens Didáticas da Interdisciplinaridade* (Gérard Fourez ed.): Horizontes Pedagógicos - Instituto Piaget.

- Martins, C., Lacerda, J., Biava, L., Heemann, A., & Sielski, I. (2007). *O Projecto Integrador como Elemento de Iniciação Científica nos Cursos de Graduação em Design*. Paper presented at the 4º Congresso Internacional de Pesquisa em Design, Rio de Janeiro.
- Mazur, E. (1997a). *Peer Instruction: A user's manual*. New Jersey: Prentice Hall, Inc.
- Mazur, E. (1997b). *Peer instruction: Getting students to think in class*. Paper presented at the The Changing Role of Physics Departments in Modern Universities.
- Mazur, E. (1997c). *Understanding or memorization: Are we teaching the right thing?* Paper presented at the Conference on the Introductory Physics Course on the occasion of the retirement of Robert Resnick, New York.
- McDermott, L. C. (1991). Millikan Lecture 1990: What we teach and what is learned — Closing the gap. *American Journal of Physics*, 59(4), 301-315.
- MCTES. (2006). *Tertiary Education in Portugal. Background Report to support the international assessment of the Portuguese system of tertiary education*. Retrieved from.
- Mehlenbacher, B., Miller, C. R., Covington, D., & Larsen, J. S. (2000). Active and Interactive Learning Online: A Comparison of Web-Based and Conventional Writing Classes. *IEEE Transactions on Professional Communication*, 43(2), 166-184.
- Meltzer, D. E., & Manivannan, K. (2002). Transforming the lecture-hall environment: The fully interactive physics lecture. *American Journal of Physics*, 70(6), 639-654.
- Mestre, J., & Touger, J. (1989). Cognitive Research - What's in It for Physics Teachers. *The Physics Teacher*, 447-456.
- Moore, C. B., Abella, I. D., Abrahan, N. B., Boggs, G., Denton, D. D., Doyle, M. P., et al. (1997). *Science Teaching Reconsidered: A Handbook*. Washinton, D.C.: National Academy Press.
- Morelatti, M. R. M. (2002). *A Abordagem Construcionista no Processo de Ensinar e Aprender Cálculo Diferencial e Integral*. Paper presented at the VI Congresso Iberoamericano de Informática Educativa, Vigo Espanha.
- Neri de Souza, F. (2006). *Perguntas na Aprendizagem de Química no Ensino Superior*. Unpublished Doutorado, Universidade de Aveiro, Aveiro.

Referências

- Neto, A. (1991). Factores Psicológicos de Insucesso na Resolução de Problemas de Física: Uma Amostra Significativa. *ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS*, 9(3), 275-280.
- Neto, A. (1998). *Resolução de Problemas em Física: Conceitos, Processos e Novas Abordagens*: Instituto de Inovação Educacional.
- NG, G. S. (1997). Teaching Effectively with Visual Effect in an Image-Processing Class. *Computer Applications in Engineering Education*, 5(2), 111-114.
- Nicol, D. J., & Boyle, J. T. (2003). Peer Instrution versus Class-wide Discussion in Large Classes: a Comparasion of Two Interaction Methods in the Wired Classroom. *Studies in Higher Education*, 28(4), 458-473.
- Nicol, D. J., & Macfarlane-Dick, D. (2006). Formative Assessment and Selfregulated Learning: a Model and Seven Principles of Good Feedback Practice. *Studies in Higher Education*, 31(2), 199-218.
- Nist, S. L., & Holschuh, J. P. (2000). *Active Learning - Stratagies for College Success*: Allyn & Bacon.
- Novak, G., Patterson, E., Gavrin, A., & Christian, W. (1999). *Just-In-Time Teaching - Blending Active Learning with Web Tecnology*: Prentice Hall.
- Novak, G., Patterson, E., Gavrin, A., & Enger, R. C. (1998). *Just-In-Time Teaching: Active Learner Pedaggy With WWW*. Paper presented at the IASTED International Conference on Computers and Advanced Technology in Education Cancun - Mexico.
- Novak, G., & Patterson, E. T. (1997). World Wide Web Technology As a New Teaching And Learning Environment. *International Journal of Modern Physics C*, 8(1), 19-39.
- Oliveira, P. C. (2006). Relatório do Estudo Exploratório sobre a Intervenção Realizada nas Disciplinas de Física I e II do Curso de Engenharia Civil do ISEP. Unpublished (Documento Interno ao Processo de Doutroamento). Departamento de Didáctica e Tecnologia Educativa, Universidade de Aveiro
- Oliveira, P. C., Costa, N., Neri de Souza, F., & Oliveira, C. G. (2008). *Changing Lectures in Higher Education in Physics Classes for Future Civil Engineers*. Paper presented at the International Conference on Engeneering Education - ICEE 2008 "New Challenges in Engeneering Education", Pécs and Budapeste.

- Oliveira, P. C., Neri Souza, F., Costa, N., & Oliveira, C. G. (2007). *Curriculum Integration in the Teaching of Physics to First Year Engineering Students* Paper presented at the International Conference on Engineering Education (ICEE-2007) Coimbra.
- Oliveira, P. C., Oliveira, C. G., Neri Souza, F., & Costa, N. (2006). Teaching Strategies to Promote Active Learning in Higher Education. In A. Méndez-Vilas, A. S. Martín, J. A. M. González & J. M. González (Eds.), *IV International Conference on Multimedia and Information & Communication Technologies in Education* (Vol. 1, pp. 636-640). Sevilha.
- Ouellette, R. (2000). Learning Styles in Adult Education. University of Maryland University College (Publication. Retrieved 01-02-2009:
<http://polaris.umuc.edu/~rouellet/learnstyle/index.htm>
- Parker, J., Codes, D., Laurie, C., Hopenwasser, A., Izatt, J., & Nikles, D. (1995). *Curriculum Integration in the Freshman Year at the University of Alabama - Foudation Coalition Program*. Paper presented at the Frontiers in Education Conference.
- Pedrosa de Jesus, H., Neri de Souza, F., Teixeira-Dias, J. J. C., & Watts, M. (2005). Organising the chemistry of question-based learning: a case study. *Research in Science & Technological Education*, 23(2), 179-193.
- Perrenet, J. C., Bouhuijs, P. A. J., & Smits, J. G. M. M. (2000). The Suitability od Problem-Based Learning for Engineering Education: Theory and Practice. *Teaching in Higher Education*, 5(3), 345-358.
- Peters, P. C. (1982). Even Honors Students Have Conceptual Difficulties With Physics. *Am. J. Phys.*, 50(6), 501-508.
- Peyser, A., Gerard, F.-M., & Roegiers, X. (2006). Implementing a Pedagogy of Integration: Some Thoughts Based on a Textbook Elaboration Experience in Vietnam. *Planning and Changing*, 37(1&2), 37-55.
- Pinheiro, M. (2008). *Metodologias PBL em Ambientes Simulados no Ensino Superior Profissionizante*. Universidade de Aveiro, Aveiro.
- Raine, D., & Symons, S. (2005). *PossibiLities a Practice Guide to Problem-Based Learning in Physics and Astronomy*: The Higher Education Academy Physical Sciences Centre.
- Redish, E. (1994). The Implications of Cognitive Studies for Teaching Physics. *American Journal of Physics*, (6), (1994), 62, 796-803.
- Redish, E. (2003). *Teaching Physics with the Physics Suite*: John Wiley&sons.

Referências

- Ribeiro, L. R., & Mizukami, M. G. (2004). A PBL na Universidade de Newcastle: Um Modelo para o Ensino de Engenharia no Brasil. *Olhar do Professor*, 7(1), 133-147.
- Roth, K. J. (1990). Developing Meaningful Conceptual Understanding in Science. In B. F. Jones & L. Idol (Eds.), *Dimensional of Thinking and Cognitive Instruction* (pp. 139-175). Hillsdale: Lawrence Erlbaum.
- Rudestam, K., & Newton, R. (2001). *Surviving your Dissertation. A Comprehensive Guide to Content and Process*. United Kingdom (London): Sage Publications
- Saul, J. M. (1998). *Beyond Problem Solving: Evaluating Introductory Physics Courses Through The Hidden Curriculum*. Faculty of the Graduate School of the University of Maryland.
- Sousa, C. M. S. G., & Fávero, M. H. (2002). *Um estudo sobre resolução de problemas de física em situação de interlocução entre um especialista e um novato*. Paper presented at the VIII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física – EPEF, Águas de Lindóia – SP.
- Souza, D. N. (2006). *Procedências dos Alunos e o Sucesso Académico. Um estudo com alunos de Cálculo I e Elementos de Física da Universidade de Aveiro*. Universidade de Aveiro, Aveiro.
- Tavares, J., Santiago, R., & Lencastre, L. (1998). *Insucesso no 1º Ano do Ensino Superior. Um estudo no âmbito dos Cursos de Licenciatura em Ciências e Engenharias na Universidade de Aveiro*. Universidade de Aveiro: Unidade de Investigação “Construção do Conhecimento Pedagógico nos Sistemas de Formação”.
- Teixeira-Dias, J. J. C., Pedrosa de Jesus, H., Neri de Souza, F., & Watts, D. M. (2005). Teaching for Quality Learning in Chemistry. *International Journal of Science Education*, 27(9), 1123-1137.
- Thornton, R. K., & Sokoloff, D. R. (1990). Learning motion concepts using real-time microcomputer-based laboratory tools. *American Journal of Physics*, 58(9), 858-867.
- Universiteit Maastricht PBL-site. Retrieved 01-02-2009, from <http://www.unimaas.nl/pbl/default.htm>
- Vasconcelos, C., Praia, J. F., & Almeida, L. (2003). Teorias de Aprendizagem e o Ensino/aprendizagem das Ciências: da Instrução à Aprendizagem. *Psicol.esc.educ*, 7(1), 11-19.

- Walberg, H. J., & Paik, S. (2000a). *Handbook of Research on Improving Student Achievement*. Chicago: Educational Practices Series.
- Walberg, H. J., & Paik, S. (2000b). *Práticas Educativas Eficazes* (J. P. Lopes, Trans.). Bruxelas: International Academy of Education.
- Wandersee, J. H., Mintzes, J. J., & Novak, J. D. (1994). Research on Alternative Conceptions in Science. *Handbook of Research on Science Teaching and Learning*, D.L. Gabel, 177 - 210.
- Whitelegg, E., & Parry, M. (1999). Real-Life context for learning physics: meanings, issues and practice. *Phys. Educ.*, 34(2), 68-72.
- Yorke, M. (2003). Formative Assessment in Higher Education: Moves Towards Theory and the Enhancement of Pedagogic Practice. *Higher Education*, 45, 477-501.
- Young, J. R. (2002). Homework? What Homework? Students seem to be spending less time studying than they used to. *The Chronicle of Higher Education*, December, 6.

Anexos

Anexo 1: QEAME (Questionário aos Estudantes Acerca do Ensino, Da Avaliação e do Modo de Estudar.....	CD-ROM
Anexo 2: Questionários aplicado aos estudantes	227
Anexo 3: Guião de entrevista aos estudantes	231
Anexo 4: Planificação semanal.....	235
Anexo 5: Objectivos e competências	239
Anexo 6: Programa da disciplina.....	241
Anexo 7: Exemplo de uma folha de feitura /TPCL (Restantes em CD-ROM)	243
Anexo 8: Exemplo de uma ficha de trabalho das aulas Teórico-práticas (Restantes em CD-ROM)	247
Anexo 9: Exemplo de uma ficha de trabalho das aulas Práticas (Restantes em CD-ROM)	249
Anexo 10: Avaliação	253
Anexo 11 : Exame da época normal 2006/2007 (Restantes em CD-ROM)	257
Anexo 12: Exame da época normal 2005/2006	261
Anexo 13: Funcionamento da disciplina 2005/2006.....	265
Anexo 14: Aulas Teóricas 2006/2007.....	CD-ROM

Anexo 2: Questionários aplicado aos estudantes

Questionário sobre a disciplina de Física I referente ao ano lectivo 2006/2007

Caro(a) aluno(a):

Com este questionário pretende-se conhecer a sua opinião sobre alguns aspectos da intervenção didáctica na disciplina de Física I do Curso de Engenharia Civil do ano 2006/2007. Neste sentido, pedimos-lhe que responda com toda a sinceridade. As suas respostas têm como principal finalidade melhorar o ensino que se pratica.

Na resposta às questões em que é apresentada uma escala de 1 a 5, considere o valor **1**, como o **menos favorável**, e o valor **5** como o **mais favorável**.

I – Caracterização do Aluno

1. Idade: _____ Sexo: _____
2. Ano de Ingresso no ISEP: _____
3. Quantas vezes já frequentou a disciplina: _____
4. Turma: _____ Regime: _____
5. Frequência com que vai às aulas:

Teóricas:	0%	25%	50%	75%	100%
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
TP:	0%	25%	50%	75%	100%
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
P:	0%	25%	50%	75%	100%
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

II – Aulas Teóricas 2006/2007

- | | | | | | |
|--|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 6. Em que medida as perguntas conceptuais feitas no decorrer da aula o motivam? | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 7. Os debates e discussões ocorridos nas aulas ajudam-no na sua aprendizagem? | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 8. Gosta mais deste tipo de aulas do que as aulas “tradicionais”, ou seja, apenas exposição de conteúdos pelo professor? | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 9. As aulas Teóricas são eficazes no sentido de o auxiliar na aprendizagem da disciplina? | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 10. O sistema de bonificação adoptado motiva-o a ir e a participar nas aulas. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

11. Apresente pelo menos uma sugestão no sentido de melhorar as aulas Teóricas

III – Aulas Teórico – Práticas 2006/2007

- | | | | | | |
|---|--|--|--|--|--|
| 12. Os Trabalhos de Casa (TPC) são úteis para a sua aprendizagem? | ¹
<input type="checkbox"/> | ²
<input type="checkbox"/> | ³
<input type="checkbox"/> | ⁴
<input type="checkbox"/> | ⁵
<input type="checkbox"/> |
| 13. Os comentários feitos pelo professor aos trabalhos de casa são importantes para esclarecer as suas dificuldades. | ¹
<input type="checkbox"/> | ²
<input type="checkbox"/> | ³
<input type="checkbox"/> | ⁴
<input type="checkbox"/> | ⁵
<input type="checkbox"/> |
| 14. O projecto do “Elevador da Física” tem-no ajudado a esclarecer conceitos da disciplina? | ¹
<input type="checkbox"/> | ²
<input type="checkbox"/> | ³
<input type="checkbox"/> | ⁴
<input type="checkbox"/> | ⁵
<input type="checkbox"/> |
| 15. O projecto do “Elevador da Física” é um elemento motivador a participar nas aulas? | ¹
<input type="checkbox"/> | ²
<input type="checkbox"/> | ³
<input type="checkbox"/> | ⁴
<input type="checkbox"/> | ⁵
<input type="checkbox"/> |
| 16. O projecto do “Elevador da Física” é um elemento que promove a interligação dos diferentes conceitos numa perspectiva de aplicação ao “mundo real”? | ¹
<input type="checkbox"/> | ²
<input type="checkbox"/> | ³
<input type="checkbox"/> | ⁴
<input type="checkbox"/> | ⁵
<input type="checkbox"/> |
| 17. As discussões feitas em grupo sobre os enunciados fornecidos são úteis na aprendizagem? | ¹
<input type="checkbox"/> | ²
<input type="checkbox"/> | ³
<input type="checkbox"/> | ⁴
<input type="checkbox"/> | ⁵
<input type="checkbox"/> |
| 18. Prefere este tipo de aulas às aulas “tradicionais”, ou seja, o professor a resolver exercícios? | ¹
<input type="checkbox"/> | ²
<input type="checkbox"/> | ³
<input type="checkbox"/> | ⁴
<input type="checkbox"/> | ⁵
<input type="checkbox"/> |
| 19. A avaliação realizada nestas aulas motiva-o a participar activamente? | ¹
<input type="checkbox"/> | ²
<input type="checkbox"/> | ³
<input type="checkbox"/> | ⁴
<input type="checkbox"/> | ⁵
<input type="checkbox"/> |

20. Apresente pelo menos uma sugestão no sentido de melhorar as aulas Teórico-práticas

IV – Aulas Práticas 2006/2007

21. Os problemas laboratoriais tratados nas aulas ajudam-no a perceber melhor os conteúdos abordados? 1 2 3 4 5
☐ ☐ ☐ ☐ ☐
22. A elaboração de um trabalho e do respectivo protocolo foi um factor motivador nas aulas? 1 2 3 4 5
☐ ☐ ☐ ☐ ☐
23. A avaliação desta componente da disciplina é adequada ao trabalho exigido? 1 2 3 4 5
☐ ☐ ☐ ☐ ☐

24. Apresente pelo menos uma sugestão no sentido de melhorar as aulas Práticas

IV – Conhecimentos e Acessos Informáticos durante a disciplina

25. Tem acesso fácil a um computador com acesso à Internet? 1 2 3 4 5
☐ ☐ ☐ ☐ ☐
26. Tem facilidade em utilizar a plataforma de e-learning? 1 2 3 4 5
☐ ☐ ☐ ☐ ☐
27. Os desafios apresentados na plataforma de e-learning motivaram-no a participar. 1 2 3 4 5
☐ ☐ ☐ ☐ ☐

28. Indique, vantagens e/ou desvantagens, do uso das novas tecnologias no ensino da disciplina.

V –Disciplina de Física I- Aspectos Globais

29. Sinto interesse pela disciplina 1 2 3 4 5
☐ ☐ ☐ ☐ ☐
30. Penso que esta disciplina é importante para o meu futuro profissional? 1 2 3 4 5
☐ ☐ ☐ ☐ ☐
31. Se esta disciplina fosse opcional, frequentá-la-ia mesmo assim? 1 2 3 4 5
☐ ☐ ☐ ☐ ☐

32. Indique qual o conceito ou tema que tem mais dificuldade.

33. Qual o facto mais positivo da disciplina.

34. Finalmente apresente as suas sugestões e críticas construtivas sobre o funcionamento da disciplina:

Muito obrigado pela colaboração

Anexo 3: Guião de entrevista aos estudantes

Guião de Entrevista sobre a Disciplina de Física I (ano lectivo 2006/2007)

Introdução

Com esta entrevista pretende-se conhecer a sua opinião sobre alguns aspectos da intervenção didáctica na Disciplina de Física I do Curso de Engenharia Civil do ano lectivo 2006/2007.

A informação recolhida destina-se exclusivamente para fins da investigação que desenvolvo e que visa contribuir para a melhoria da qualidade do ensino de Física em Cursos da área da Engenharia.

Em caso de publicação dos resultados da investigação, será acautelada a necessária confidencialidade, nomeadamente a identidade das pessoas envolvidas neste estudo.

Desde já agradeço todo o empenho e disponibilidade em colaborar neste projecto.

1 – Conjunto de questões com a finalidade de fazer a “Caracterização do Aluno”

1. Nome: _____ Idade: _____
2. Ano de Ingresso no ISEP: _____
3. Quantas vezes já frequentou a disciplina: _____
4. Turma (do presente ano lectivo): _____ Regime: _____
5. Com que frequência foi às aulas Teóricas, TP e P.

2 – Conjunto de questões com a finalidade de recolher a opinião do aluno sobre as “Aulas Teóricas”/AT

6. Pode me descrever uma aula AT “típica”
7. Nas AT o docente colocava, frequentemente, um determinado número de perguntas.
 - 7.1 Pode falar-me um pouco sobre isso (que tipo de perguntas eram colocadas? Lembra-se como o professor as designava?)
 - 7.2 Qual a sua opinião sobre o uso dessas perguntas? Considera que elas foram importantes para a sua aprendizagem? E considera que isso o motivou no sentido:
 - (a) de se sentir mais activo nas AT;
 - (b) de vir mais vezes às AT?
8. E qual a importância dos debates e discussões que se seguiam à colocação dessas perguntas pelo Professore? Em que medida isso o motivou?
9. Costumava ler, antes da aula, as folhas de leitura recomendadas? Porquê? Se as lia qual a sua opinião sobre elas?

10. Qual a importância que atribui à frequência das AT para a sua aprendizagem nesta disciplina? Porquê?
11. Indique algumas sugestões para melhorar a qualidade das AT da disciplina que frequentou.

3 – Conjunto de questões com a finalidade de recolher a opinião do aluno sobre as “Aulas Teórico-Práticas”/ATP

12. Pode me descrever uma ATP “típica”?
13. Relativamente aos Trabalhos de Casa (TPC) propostos na disciplina
 - 13.1 Considera-os úteis para a sua aprendizagem?
 - 13.2 Qual a importância que atribui aos comentários do professor (feedback) para o desenvolvimento da sua aprendizagem? Costumava alterar o seu TPC em função desse feedback?
14. Concorda com o tipo de avaliação realizada nas ATP? Porquê? Em que medida a avaliação realizada contribui para a sua aprendizagem?
15. Qual a importância que atribui à frequência das ATP para a sua aprendizagem nesta disciplina? Porquê?
16. Indique algumas sugestões para melhorar a qualidade das ATP da disciplina que frequentou.

3.1 – Conjunto de questões relativas ao “Elevador da Física”

17. Pode descrever-me como o projecto do “Elevador da Física” foi implementado nas aulas? Que tipo de apoio foi dado pelo professor? E o que era feito para a concretização desse projecto fora das aulas?
18. Quais os conteúdos do programa de Física I foram contemplados no projecto do “Elevador da Física”? E que outros saberes (se alguns) considera que foram desenvolvidos com a realização desse projecto?
19. Qual a sua opinião sobre a realização do projecto em grupo? (As discussões feitas em grupo foram proveitosas para o desenvolvimento do projecto?)

20. A elaboração do Relatório Final sobre o projecto do “Elevador da Física” ajudou-o a consolidar os seus saberes? Que tipo de saberes considera que foram desenvolvidos na realização desse Relatório?
21. O que contribuiu para a realização do relatório final.
22. Na sua opinião quais as principais vantagens e desvantagens do projecto do “Elevador da Física”?
23. Considera que em anos posteriores se deve manter este projecto? Porquê? E quer propor algumas alterações para o seu melhoramento?

4 – Conjunto de questões com a finalidade de recolher a opinião do aluno sobre as “Aulas Práticas”/AP

24. Pode descrever-me uma AP típica?
25. Os problemas laboratoriais realizados nas aulas ajudaram-no a compreender melhor os aspectos abordados nas restantes aulas (AT e ATP).
26. Qual a sua opinião sobre a elaboração de um trabalho final e do respectivo protocolo? (Foi motivante? Resultou numa aprendizagem efectiva?)
27. Qual a importância que atribui à frequência das AP para a sua aprendizagem nesta disciplina? Porquê?
28. Indique algumas sugestões para melhorar a qualidade das AP da disciplina que frequentou.

5 – Conjunto de questões relativas ao “Conhecimentos e Acessos Informáticos durante a disciplina”

29. Os desafios apresentados na plataforma de e-learning (Moodle) despertaram o seu interesse pela disciplina? Gostaria que esta tivesse funcionado de outra forma? Se sim de qual?
30. Costumava usar o e-mail ou outro meio informático para tirar dúvidas e enviar perguntas com os colegas/professores? Se Sim, com que frequência o fazia e porque o fazia? Se não porque não o fazia?
31. Qual a importância que atribui ao Moodle no contexto da disciplina de Física?

32. Sentiu dificuldade na sua utilização? Que sugestões daria para a melhoria do funcionamento do Moodle?

6 – Conjunto de questões relativas à “Disciplina de Física I – Aspectos Globais”

33. Qual a influencia do sistema de bonificação e avaliação nos vários tipos de aulas para o:
- (a) seu envolvimento na disciplina em geral (AT, ATP, AP)
 - (b) para o sucesso na disciplina?
34. Quais as principais dificuldades sentidas na disciplina? E porquê?
35. Como sabe a taxa de aprovação nesta disciplina é geralmente baixa? Como justifica este facto? Acha que as estratégias usadas neste ano podem contribuir para a diminuição dessa taxa? Porquê?
36. Qual a importância que atribui à disciplina para o seu Curso de Engenharia Civil? Pensa que esta disciplina vai ser importante para o seu futuro profissional? Porquê?
37. Que sugestões daria para melhorar a qualidade do ensino ministrado na disciplina? (em 1º lugar como definiria “qualidade do ensino”? e no caso da disciplina que frequentou como classificaria a qualidade do ensino e porquê? Que sugestões globais daria para melhorar a sua qualidade em anos futuros?)

Anexo 4: Planificação semanal

Acompanhamento da Planificação Semanal

Disciplina: Física 1

Sigla: FIS1

Ano Lectivo: 06 / 07

Semestre: 1º



Curso: Bac. Eng. Civil

Ano Horas/semana T
 Semestre T/P
 Regime P Turma
 Tipo de Aula (s) T ☐ T/P ☐ P ☐

Docente : _____

SF	Semana	T - Teórica	T/P – Teórico-Prática	P - Prática
Ferramentas ; Cinemática e Leis de Newton	1ª	25 / 9 / 06 a	Apresentação	Apresentação Familiarização com o laboratório e aparelhos simples de medida
		29 / 9 / 06	1ºTPC L: 1ª Lei de Newton Força, Resultante; Alguma Análise Vectorial	
	2ª	2 / 10 / 06 a	2ºTPC L: Velocidade e Aceleração Ref.a Sist. Unidades Queda Livre	Realização de medições simples e análise dos princípios básicos em laboratório e Incertezas associadas (de leitura, da média e combinadas)
		6 / 10 / 06	3ºTPC L: Tipos de Mov. 1/2dim Projecteis	
	3ª	9 / 10 / 06 a	4ºTPC L: 2ª Lei de Newton Velocidade Terminal	Realização da 1ª experiência (idêntica para todos os alunos) sobre 1ª Lei de Newton Elaboração de um relatório sumário
		13 / 10 / 06	5ºTPC L: Movimento curvilíneo Aceleração Normal e Tangencial Mais Análise Vectorial	
	4ª	16 / 10 / 06 a	6ºTPC L: Forças e Interações 3ª Lei de Newton	Realização da 2ª experiência (idêntica para todos os alunos) sobre 3ª lei de Newton e sobre corpos em queda Elaboração de um relatório sumário
		20 / 10 / 06	7ºTPC L: Vector Velocidade e o Movimento Relativo	
	5ª	23 / 10 / 06 a	Integração de conceitos Autoavaliação	Realização da 3ª experiência (idêntica para todos os alunos) sobre 2ª lei de Newton e movimento a 1dim Análise de resultados e Incertezas associadas (regressão linear) Elaboração de um relatório sumário
		27 / 10 / 06		

Acompanhamento da Planificação Semanal
 Disciplina: Física 1
 Sigla: FIS1

Ano Lectivo: 06 / 07
 Semestre: 1º



M 4 : Leis de Conservação	5ª	23 / 10 / 06			
		27 / 10 / 06	8ºTPC L: Quantidade de Movimento Impulso Conservação da Quantidade de Movimento		
	6ª 4ª	30 / 10 / 06	9ºTPC L: Colisões	Elevador da Física: Discussão sobre o dimensionamento do Impulso numa queda Exercícios: QDM e Impulso: 2, 4, 6, 8	Avaliação (Oral) Integradora aos Alunos Realização da 4ª experiência Planímetro
		3 / 11 / 06	10ºTPC L: Trabalho e Energia		
	7ª	6 / 11 / 06	11ºTPC L: Conservação de Energia Movimento Dependente	Elevador da Física: Discussão sobre as medidas de segurança Exercícios: Colisões : 53, 54 Trabalho	Realização da 4ª experiência sobre QDM/Energia/Conservação
		10/11 / 06	12ºTPC L: Máquinas e Eficiência Potência		
	8ª	13/ 11 / 06	13ºTPC L: Energia Potencial Energia Cinética Princípio Trabalho-Energia	Elevador da Física: Discussão sobre o dimensionamento da potência do motor Exercícios: Conservação Energia Mov. Dependente: 44 Potência	Realização da 5ª experiência sobre QDM/Energia/Conservação
		17/11 / 06	14ºTPC L: Integração de conceitos Autoavaliação		
	9ª	20/ 11 / 06		Elevador da Física: Discussão sobre o Trabalho total realizado Exercícios: Energia Princípio W-E Máquinas e Eficiência Princípio Trabalho-energia	Realização da 6ª experiência sobre QDM/Energia/Conservação
		24/11 / 06			



Movimentos Oscilatórios e Ferramentas	9ª	20/ 11 /06	15ºTPC L: Análise Dimensional Sistemas de Unidades		
		24/11 / 06	16ºTPC L: Movimento Oscilatório Harmónico Simples		
	10ª 6ª f	27/ 11 /06	17ºTPC L: Força Elástica Energia do MHS	Elevador da Física: Discussão sobre o dimensionamento da mola de segurança Exercícios: An. Dimensional Sistemas de Unidades	<i>Avaliação (Oral)</i> <i>Integradora aos Alunos</i> Realização da 7ª experiência sobre Estudo de uma mola
		30/11 / 06			
	11ª 6ª f	4 / 12 /06	18ºTPC L: Composição de MHS	Elevador da Física: Discussão sobre Exercícios: MHS e Força Elástica MHS-energia	Possibilidade de recuperação de uma experiência Proposta de um problema para resolução exp. <i>Avaliação competências:</i> <i>Identificação de problemas</i> <i>Pesquisa</i> <i>Formulação de hipóteses</i> <i>Planear experiências</i>
		7 / 12 / 06			
	12ª	11 / 12 /06	19ºTPC L: Oscilações Amortecidas Oscilações Forçadas <i>Integração de conceitos</i> <i>Autoavaliação</i>	Elevador da Física: Discussão sobre dimensionamento do amortecimento Exercícios: Composição de movimentos Oscilações Amortecidas e Forçadas	Elaboração de uma experiência pelos alunos <i>Avaliação competências:</i> <i>Identificação de variáveis</i> <i>Domínio de Tecn. exp.</i> <i>Obtenção de dados exp.</i>
		15 / 12 / 06			
	13ª 4ª, 5ª e 6ª f	18 / 12 /06		Elevador da Física: <i>Compilação dos resultados para entrega do portefólio "O Elevador da Física"</i> Exercícios: Revisões	Elaboração do respectivo guião e relatório <i>Avaliação competências:</i> <i>Organização informação</i> <i>Utilização de Modelos</i> <i>Explicação de fenómenos</i>
		19 / 12 / 06			



Anexo 5: Objectivos e competências

Objectivos

- Consolidar e aprofundar os conhecimentos básicos de Física.
- Desenvolver competências a nível de relacionamento da Física com a realidade e com os problemas do dia a dia, nomeadamente de um Engenheiro.
- Desenvolver a capacidade de interligação entre conceitos.
- Desenvolver a capacidade de reflectir, analisar e aplicar conhecimentos a qualquer (novo) problema, de modo simples e lógico.
- Desenvolver competências sociais.

Algumas competências a desenvolverem

Descobrir dimensionalmente uma grandeza através de uma relação física
Converter entre Sistemas de unidades
Identificar problemas aplicando correctamente as Leis de Newton
Avaliar a solução e os resultados esperados, 2º o modelo Newtoniano
Utilizar representações gráficas entre grandezas: F , a , m , etc
Distinguir entre conceitos: massa, peso, inércia
Identificar diferentes tipos de movimento
Aplicar modelos e prever resultados, utilizando as equações de movimento
Distinguir entre os conceitos de aceleração e velocidade
Distinguir entre os conceitos de deslocamento e espaço percorrido
Utilizar representações gráficas entre $v(t)$, $a(t)$, $x(t)$
Distinguir entre aceleração linear, tangencial e normal
Reconhecer diferentes tipos de forças na natureza
Reconhecer o movimento como relativo a um certo referencial
Interligação entre as leis de Newton e as equações do movimento, em problemas do dia a dia
Distinguir conceitos de Impulso de uma força e trabalho de uma força
Identificar sistemas isolados e não isolados
Distinguir entre energia e quantidade de movimento
Identificar sistemas em que a quantidade de movimento se conserva
Identificar sistemas em que a energia se conserva
Distinguir entre potência e eficiência
Identificar o princípio de funcionamento de máquinas simples
Distinguir entre energia mecânica, potencial e cinética
Aplicação do Princípio trabalho-energia
Interligação entre os diferentes conceitos e as condições da sua conservação, em problemas do dia a dia
Identificar um movimento oscilatório em situações do dia a dia
Caracterizar um MHS
Prever o movimento de um MHS na natureza
Caracterizar um movimento oscilatório forçado
Interligação entre os diferentes tipos de movimentos oscilatórios, em problemas do dia a dia

Anexo 6: Programa da disciplina

Programa da disciplina		Ano Lectivo: 06 / 07		 <small>instituto superior de engenharia do porto</small>
Disciplina: Física 1		Semestre: 1º		
Sigla: FIS1				

Curso: Bac. Eng. Civil				
------------------------	--	--	--	--

Ano	1º	Horas/semana	T 2	Turma	
Semestre	1º		T/P 2	Tipo de Aula (s)	T <input type="checkbox"/> T/P <input type="checkbox"/> P <input type="checkbox"/>
Regime	D/N		P 2		

Docente : _____

Programa da disciplina:

- 1 Introdução: Física e Medidas
 - 1.1 Análise dimensional
 - 1.2 Sistemas de unidades
 - 1.3 Cálculos de ordem de grandeza
 - 1.4 Álgebra vectorial
- 2 Cinemática
 - 2.1 Conceito de vector posição, vector velocidade e vector aceleração
 - 2.2 Apresentação em diferentes referenciais: cartesiano e cilíndrico
 - 2.3 Caracterização de diferentes tipos de movimento
 - 2.3.1 Movimento unidimensional
 - 2.3.2 Movimento de projecteis
 - 2.3.3 Movimento curvilíneo
 - 2.3.3.1 Componente tangencial e normal da aceleração
 - 2.3.4 Movimento relativo
- 3 Dinâmica de uma Partícula
 - 3.1 Leis de Newton do movimento
 - 3.2 Equações do movimento
 - 3.3 Quantidade de movimento e impulso
- 4 Trabalho e Energia
 - 4.1 Trabalho de uma força
 - 4.2 Princípio do trabalho – energia
 - 4.3 Conceito de potência
 - 4.4 Forças conservativas e energia potencial
 - 4.5 Forças não conservativas
 - 4.6 Princípio da conservação da quantidade do movimento
 - 4.7 Colisões
- 5 Movimento Oscilatório
 - 5.1 Movimento Vibratório Harmónico Simples (MVHS)
 - 5.1.1 Equação do movimento
 - 5.1.2 Energia do MVHS
 - 5.2 Sobreposição de dois MVHS
 - 5.2.1 Mesma direcção e mesma
 - 5.2.2 Mesma direcção e frequências diferentes
 - 5.2.3 Direcções perpendiculares
 - 5.3 Oscilações Amortecidas
 - 5.4 Oscilações Forçadas



Acompanhamento da Planificação Semanal
Disciplina: Física 1
Sigla: FIS1

Ano Lectivo: 06 / 07
Semestre: 1º



Bibliografia

Folhas de Leitura
Serway, "Física I, Mecânica e Gravitação"
Ferdinand Beer, E. Russel Johnston, Mecânica Vectorial para Engenheiros, volume I,II
Tipler, Física, volume I
Alonso e Finn, Física, volume I
Hibbeler, Mecânica Dinâmica, volume II
Jorge Dias de Deus, Mário Pimenta, Ana Noronha, Teresa Peña e Pedro Brogueira,
Introdução à Física
Guilherme de Almeida, Sistemas de Unidades



Anexo 7:Exemplo de uma folha de feitura /TPCL (Restantes em CD-ROM)

ISEP, Departamento de Física

Eng. Civil

Disciplina de Física 1 Leitura nº1

1ª Lei de Newton Força enquanto Vector e Resultante de um Sistema de Forças Alguma Análise Vectorial

1ª Lei de Newton:

Todo o objecto continua em repouso ou movimento (rectilíneo) uniforme, a menos que sobre ele seja aplicado uma força, que o obrigue a modificar o seu estado.

Esta lei também conhecida como lei da inércia representa a dificuldade que todos os corpos têm em alterar o seu estado de repouso ou de movimento.

Diz-se que um corpo está em equilíbrio se não actuarem sobre ele forças que não estejam devidamente balanceadas. Nesta situação, ele tanto pode estar parado, como pode estar em movimento rectilíneo uniforme.

Conceito de Força enquanto Vector

As modificações no movimento são produzidas por forças ou somatórios de forças (no senso comum uma força é o empurrar ou puxar e pode ter várias origens: gravitacional, eléctrica, magnética, nuclear forte e fraca).

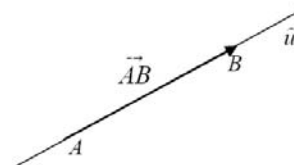
As forças são assim representadas por vectores.

Vector é uma entidade geométrica caracterizada por:

Direcção: recta suporte;

Sentido: do ponto de aplicação para a extremidade;

Módulo: $|\vec{AB}| = AB$



Versor: é um caso particular um vector que é unitário (cujo módulo vale a unidade) e que dá a informação da direcção e sentido de um vector. Representa-se e calcula-se por

$\hat{u} = \frac{\vec{a}}{|\vec{a}|}$ Sendo assim, podemos escrever as forças utilizando o seu módulo e o versor(es)

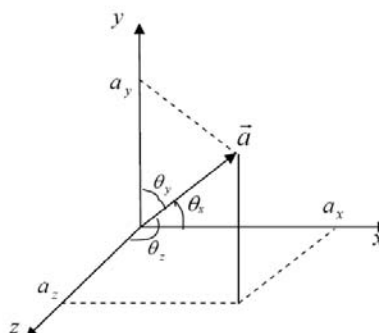
na direcção onde essa força está a ser aplicada.

$$\vec{a} = |\vec{a}| \hat{u}$$

Recordar Alguma Análise Vectorial:

A representação cartesiana de vectores livres faz-se segundo os eixos x , y e z , através das projecções.

Se \vec{a} for um vector livre que passa pela origem das coordenadas, podemos fazer as projecções deste



Leituras de Física 1

1

vector sobre os eixos, bastando para isso conhecer os ângulos que o vector \vec{a} faz com os mesmos.

Assim o vector \vec{a} e o seu módulo podem ser escritos como:

$$\vec{a} = a_x \vec{i} + a_y \vec{j} + a_z \vec{k} \quad \text{em que} \quad \begin{cases} a_x = a \cos \theta_x \\ a_y = a \cos \theta_y \\ a_z = a \cos \theta_z \end{cases}$$

$$|\vec{a}| = \sqrt{a_x^2 + a_y^2 + a_z^2}$$

Aos $\cos \theta_x$, $\cos \theta_y$ e $\cos \theta_z$ chamam-se **co-senos directores** do vector \vec{a}

Se designarmos por \vec{u} o versor do vector \vec{a} podemos escrever:

$$\vec{a} = a \vec{u}$$

$$a \vec{u} = a \cos \theta_x \vec{i} + a \cos \theta_y \vec{j} + a \cos \theta_z \vec{k} = a(\cos \theta_x \vec{i} + \cos \theta_y \vec{j} + \cos \theta_z \vec{k})$$

$$\therefore \vec{u} = \cos \theta_x \vec{i} + \cos \theta_y \vec{j} + \cos \theta_z \vec{k}$$

$$\text{e como } |\vec{u}| = 1 \Rightarrow \boxed{\cos^2 \theta_x + \cos^2 \theta_y + \cos^2 \theta_z = 1}$$

sendo assim a direcção de um vector é definida pelos seus co-senos directores:

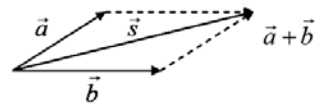
$$\begin{cases} \cos \theta_x = \frac{a_x}{a} \\ \cos \theta_y = \frac{a_y}{a} \\ \cos \theta_z = \frac{a_z}{a} \end{cases} \quad \text{e o seu } \vec{u} = \frac{\vec{a}}{a} \text{ sentido pelo versor}$$

$$\text{ou seja, um vector é definido através de: } \vec{a} \begin{cases} \text{módulo: } \sqrt{a_x^2 + a_y^2 + a_z^2} \\ \text{direcção: a dos co-senos directores} \\ \text{sentido: a do versor } \vec{u} \end{cases}$$

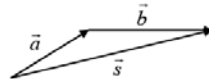
Soma e Diferença de Vectores

A Soma entre vectores livres é também uma grandeza vectorial e é comutativa.

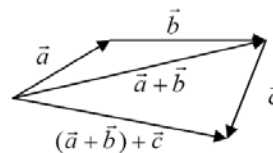
Geometricamente somam-se usando a regra do paralelogramo:



ou a regra do triângulo



ou ainda a regra do polígono, quando é a soma de mais de 2 vectores:



E como se pode saber o módulo desse vector soma?

Supondo esta soma: $\vec{a} + \vec{b} = \vec{s}$

e $AB = |\vec{a}|; BC = |\vec{b}|; AC = |\vec{s}|$

Do triângulo ADC:

$$AD^2 + DC^2 = AC^2$$

E sendo,

$$AD = AB + BD \Rightarrow AD = a + b \cos \theta$$

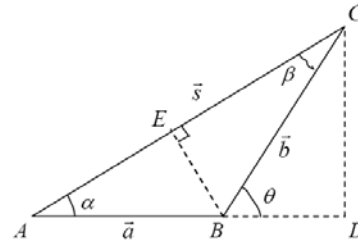
$$DC = b \sin \theta$$

$$AC = s$$

$$\text{Logo, } s^2 = (a + b \cos \theta)^2 + (b \sin \theta)^2$$

$$s^2 = a^2 + 2ab \cos \theta + b^2 \cos^2 \theta + b^2 \sin^2 \theta$$

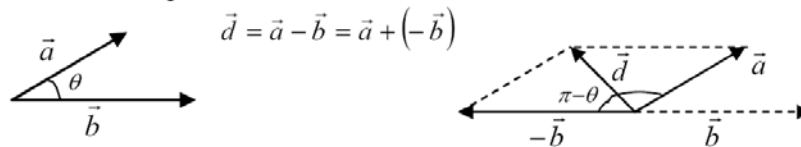
$$s^2 = a^2 + 2ab \cos \theta + b^2$$



Esta lei é chamada a **lei dos co-senos** e permite o cálculo do módulo da soma entre vectores:

$$s = \sqrt{a^2 + b^2 + 2ab \cos \theta}$$

A diferença entre vectores também é uma grandeza vectorial e pode ser transformada numa soma se o segundo vector for transformado no seu simétrico:



A diferença não é comutativa. O módulo da diferença, à semelhança do módulo da soma pode ser dado por:

$$d = \sqrt{a^2 + b^2 + 2ab \cos(\pi - \theta)}$$

$$d = \sqrt{a^2 + b^2 - 2ab \cos \theta}$$

Produto Escalar

Primeiro convém recordar que Produto Escalar (ou Produto interno) entre dois vectores livres é uma grandeza escalar.

Se \vec{a} e \vec{b} forem vectores livres e θ o ângulo formado entre eles, então o produto escalar entre eles: $\vec{a} \cdot \vec{b} = a \cdot b \cos \theta$

Produto escalar é comutativo: $\vec{a} \cdot \vec{b} = \vec{b} \cdot \vec{a}$ e distributivo relativamente à adição:
 $\vec{c} \cdot (\vec{a} + \vec{b}) = \vec{c} \cdot \vec{a} + \vec{c} \cdot \vec{b}$

Nota: Se $\vec{a} \perp \vec{b} \Rightarrow \vec{a} \cdot \vec{b} = 0$

Em coordenadas cartesianas este produto pode ser descrito da seguinte forma:

Se $\vec{a} = a_x \vec{i} + a_y \vec{j} + a_z \vec{k}$ e $\vec{b} = b_x \vec{i} + b_y \vec{j} + b_z \vec{k}$ então:

$$\begin{aligned} \vec{a} \cdot \vec{b} &= (a_x \vec{i} + a_y \vec{j} + a_z \vec{k}) \cdot (b_x \vec{i} + b_y \vec{j} + b_z \vec{k}) = \\ &= a_x b_x (\vec{i} \cdot \vec{i}) + a_x b_y (\vec{i} \cdot \vec{j}) + a_x b_z (\vec{i} \cdot \vec{k}) + \\ &+ a_y b_x (\vec{j} \cdot \vec{i}) + a_y b_y (\vec{j} \cdot \vec{j}) + a_y b_z (\vec{j} \cdot \vec{k}) + \\ &+ a_z b_x (\vec{k} \cdot \vec{i}) + a_z b_y (\vec{k} \cdot \vec{j}) + a_z b_z (\vec{k} \cdot \vec{k}) \end{aligned}$$

Nota:

$$\begin{aligned} \vec{i} \cdot \vec{i} &= \vec{j} \cdot \vec{j} = \vec{k} \cdot \vec{k} = 1 \cdot 1 \cos 0 = 1 \\ \vec{i} \cdot \vec{j} &= \vec{i} \cdot \vec{k} = \vec{j} \cdot \vec{k} = 1 \cdot 1 \cos 90 = 0 \end{aligned}$$

Assim, o produto interno também pode ser calculado da seguinte forma (em coordenadas cartesianas):

$$\therefore \vec{a} \cdot \vec{b} = a_x b_x + a_y b_y + a_z b_z$$

É por exemplo uma ferramenta muito útil para descobrir o ângulo entre dois vectores...

Anexo 8: Exemplo de uma ficha de trabalho das aulas Teórico-práticas (Restantes em CD-ROM)

Física I

1º Ano 1º Semestre

Aula TP 1

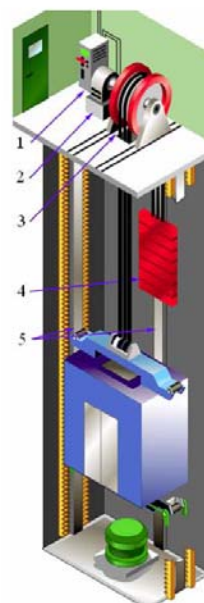
Ordens de Grandeza.

2006/07

Num sistema de tracção com ou sem engrenagem, a cabina do elevador é sustentada por vários cabos de aço (3), normalmente duas roldanas e um contrapeso (4). O peso da cabina e do contrapeso fornecem tracção suficiente entre as roldanas e os cabos. Assim, as roldanas fazem movimentar os cabos os cabos sem haver um deslizamento excessivo. A cabina e o contrapeso deslizam em guias verticais (5), para evitar oscilações. A central de comando do elevador fica localizada no quadro de comando (1) que fica na casa de máquinas. O motor (2) para accionar o elevador fica localizado na casa de máquinas, normalmente acima do passadiço do elevador.

Esquema de um elevador:

- 1- Centro de Comando
- 2- Motor
- 3- Cabos de Aço
- 4- Contrapeso
- 5- Guias Verticais.



Características Técnicas:

Capacidade (nº de pessoas)	4	6	8	10	12
Largura da Cabina	0.9 m	0.95 m	1.10 m	1.20 m	1.40 m
Comprimento da Cabina	1.00 m	1.30 m	1.40 m	1.40 m	1.50 m
Altura da Cabina	2.20 m	2.20 m	2.20 m	2.20 m	2.20 m

Velocidade Típicas para a maior parte dos elevadores de 0.75 a 1 ms^{-1} .
(Elevador mais rápido tem uma velocidade de 12.5 ms^{-1} e encontra-se num prédio de 267 m no Japão).

Aceleração Máxima de um elevador 2.9 ms^{-2} (mas os valores típicos são entre 1 e 2 ms^{-2})

O contrapeso tem um peso igual ao do elevador acrescido de 40 a 50% da sua capacidade.

Peso da Cabina 200 Kgf

Tarefa/Problema:

Dimensione o elevador com que irá trabalhar ao longo do semestre, tendo em conta nº máximo de pessoas a transportar, as dimensões da cabina, velocidade máxima do elevador, nº de andares do prédio onde este irá funcionar. Pé direito médio de cada andar, massa do contrapeso. Qual será a vantagem deste existir?

Exercícios propostos:

- 1) A estrela mais próxima de nós está a cerca de 4×10^{13} km de distância. Se o Sol (diâmetro= 1.4×10^9 m) for representado por uma conta de 7 mm de diâmetro, a que distância deverá estar a conta representativa da estrela?
- 2) Uma força de 1N tem a ordem de grandeza (aproximada) do peso de um homem adulto, de um garrafão de água, de um pacote de açúcar, de um copo de água ou de uma moeda de 1 euro? Justifique.
- 3) Um topógrafo, para estimar a largura de um rio, procede da seguinte forma: visa uma árvore, na outra margem, que está numa direcção perpendicular ao rio; depois, anda 100 m ao longo da margem, e visa, de novo a mesma árvore. O ângulo de visada é de 35° em relação à sua linha base. Qual a largura do rio?

TPC. A Terra tem uma massa de 5.98×10^{24} kg. A massa média dos átomos que compõem a Terra é 40 u.m.a. (sendo $1 \text{ u.m.a.} = 1.66 \times 10^{-27}$ kg). Quantos átomos existem na Terra?

Anexo 9: Exemplo de uma ficha de trabalho das aulas Práticas (Restantes em CD-ROM)

Laboratório de Civil: 5ª semana

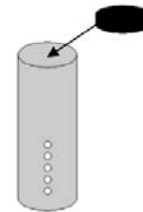
2ª e 3ª lei de Newton

1) Queda dos corpos

OBJECTIVO: Identificar as condições de queda livre

EQUIPAMENTO: Tubo com orifícios laterais, passíveis de serem tapados.

DESCRIÇÃO: Prever primeiro e depois deixar cair o corpo, nas três situações: orifícios todos abertos, todos fechados e fundo fechado e orifícios fechados. Tenta quantificar o que observas, de forma a fundamentar as tuas conclusões.



3) Princípio Acção-Reacção

OBJECTIVO: Ilustrar pares de forças acção-reacção.

EQUIPAMENTO: Dinamómetros, em várias conjunções.

DESCRIÇÃO: Colocar dinamómetros em várias situações (exemplos nas figuras) e verificar em quais se aplica a 3ª lei de Newton.

SUGESTÃO: Verificar para a situação de repouso e para a situação de movimento.



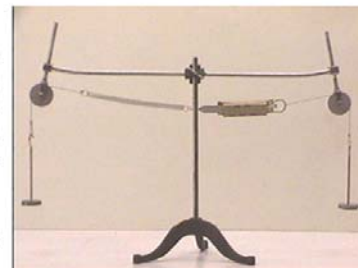
3) Paradoxo da roldana e da mola

OBJECTIVO: Ilustrar forças de uma maneira potencialmente paradoxal.

EQUIPAMENTO: como a figura.

DESCRIÇÃO: A massa nos ganchos puxa para baixo o dinamómetro com uma força W igual a seu peso. Se dois ganchos maciços idênticos forem ligados através de duas roldanas, com uma mola prolongada e um dinamómetro de mola entre as roldanas, o que se lê: 0, W , ou $2W$?

Regista a previsão antes de efectuares as medições.



Laboratório de Física 1 de Eng. Civil

Relatório Sumário: 2ª e 3ª lei de Newton

Identificação:

Turma	Grupo	Nº	Nome	Rubrica

Aparelhos utilizados e respectivas incertezas de leitura:

Análise gráfica do problema e Leituras efectuadas:


Date	Time	Location	Weather	Wind	Temp	Humidity	Pressure	Visibility	Remarks

Cálculos / Resultados:

Conclusões:

Ideias principais que retém desta aula:

Anexo 10: Avaliação

Avaliação Disciplina: Física 1 Sigla: FIS1	Ano Lectivo: 06 / 07 Semestre: 1º	
Curso: Bac. Eng. Civil		

Avaliação na Disciplina:

Avaliação ao longo do semestre					Exame	
Aulas teóricas	Assiduidade	até 0,5val	Bonificação (facultativa) Max 1,5val		9 perg T conceptuais	9 × 1val
	Leituras/autoavalia.	até 0,5val				Mínimo 3val
	Desafios do moodle	até 0,5val				
Avaliação Contínua*						
Aulas Teórico-práticas	TPC's	10%	$TP = \frac{TPC + 0,5P + 1,5E}{3}$		4 perg TP	9val
	Participação	5%			1 Elev. (3val)	Mínimo 3val
	Proj. Elevador	15%			3 exerc (2val c/a)	
Aulas Práticas (Lab)	Orais	10%	$Lab = \frac{O + R + P}{3}$	1 perg P procedimentos em laboratório	2val	
	Relatórios	10%			Mínimo 1val	
	Projecto	10%				
$NotaFreq = \frac{TP + Lab}{2}$					$NExame = nota + bonificação$	
$NotaFinal = 0,6 \times NFreq + 0,4 \times NExame$						

* Os alunos trabalhadores estudantes poderão pedir isenção de avaliação contínua, tendo no entanto que realizar a componente laboratorial.

Os alunos com nota de frequência anterior podem frequentar as aulas e/ou usufruir da bonificação.

DESCRIÇÃO DETALHADA DOS MOMENTOS DE AVALIAÇÃO CONTÍNUA (60% da nota final):

Aulas Teóricas (bonificação)

A ser somada ao exame final, à componente T, TP ou P.

- 0,5 valores, no máximo, pela assiduidade nas aulas teóricas
- 0,5 valores, no máximo, pelas respostas às leituras propostas (TPCL) e à Autoavaliação proposta.
- 0,5 valores, no máximo, pela participação nas discussões ou desafios lançados na plataforma de e-learning "moodle" (<http://moodle.edist.ipp.pt>).



Aulas Teórico-práticas (30%)

TPC's (10%)

- Poderão ser exercícios das folhas resolvidos sumariamente e enviados pelo moodle (ou e-mail) ao professor até **24h antes** da aula seguinte, de forma ao professor poder na aula comentar os resultados. Poderão alternativamente ser questões de escolha múltipla no moodle ou mini-trabalhos de pesquisa, se necessário.

No final de cada TPC, deverá ser dada indicação ao aluno/grupo sobre o seu desempenho e desenvolvimento das respectivas competências em três patamares: (A) Conseguido / (B) A aprofundar / (C) A rever

- Poderá ser feito individualmente ou em grupo
- Deverão ser defendidos (sempre que solicitado) e discutida a solução no início da aula seguinte.
- Critérios de avaliação:
 - Persistência / Participação (50%)
 - Resolução de problemas (50%)

✚ Participação nas aulas (5%)

- Os alunos serão pontuados por participar e não por acertar e muito menos penalizados por errar.
- Critérios de avaliação:
 - Persistência / Participação (50%)
 - Resolução de problemas (50%)

✚ Projecto “Elevador da Física” (15%)

- Elaborado em grupo durante o semestre, preferencialmente na primeira meia hora das aulas TP.
- No final do semestre os alunos deverão entregar um *portfólio* do seu “Elevador da Física”.
- Critérios de avaliação:
 - Identificar sistemas físicos e variáveis envolvidas (10%)
 - Utilização de modelos físicos (10%)
 - Estabelecer relações (10%)
 - Pesquisa bibliográfica (10%)
 - Utilização de representações gráficas (10%)
 - Resolução dos problemas (10%)
 - Avaliar soluções (10%)
 - Cooperar com os colegas (10%)
 - Defesa de ideias (10%)
 - Autoavaliação e avaliação dos colegas de grupo (10%)

Aulas Práticas

✚ Relatórios (10%)

- Realizados em grupo, durante as aulas
- Critérios de avaliação:
 - Tratamento de dados (40%)
 - Utilização de representações gráficas (20%)
 - Avaliar a solução (40%)

✚ Oraís (10%)

- Semanalmente será realizada uma avaliação formativa, que embora não conte para nota quantitativamente, conta qualitativamente para o professor garantir que o aluno se encontra minimamente preparado para a aula em questão.
- No final de cada Oral, deverá ser dada indicação ao aluno sobre o seu desempenho e desenvolvimento das respectivas competências em três patamares: (A) Conseguido / (B) A aprofundar / (C) A rever: Se o professor considerar que um aluno não está preparado, ser-lhe-á pedido



que venha repetir a aula/oral, em horário a combinar com o professor. Esta situação pode acontecer no máximo duas vezes, a partir da qual o aluno não terá classificação no laboratório e não poderá realizar exame.

- **No final de cada módulo, o professor realiza uma avaliação integradora, que será quantitativa.**
- Critérios de avaliação:
 - Medição de grandezas físicas (30%)
 - Prever o desenrolar dos fenómenos (25%)
 - Tratamento de dados (20%)
 - Extensão de conhecimentos (25%)

✚ **Trabalho Final (10%)**

- Avaliado pelo desempenho, qualidade e resultados.
- Critérios de avaliação:
 - Identificação de variáveis e previsão de resultados (20%)
 - Montagem de um sistema experimental (20%)
 - Pesquisa bibliográfica (20%)
 - Apresentação/comunicação de dados e resultados (20%)
 - Confrontação dos resultados com as previsões (20%)

Anexo 11 : Exame da época normal 2006/2007 (Restantes em CD-ROM)



Engenharia Civil		
Exame de Física I		1º Ano 1º Semestre
	20 Janeiro de 2007	
Duração: 2 horas 30m		

PARTE TEÓRICA (9 valores)

Todas as questões devem ser justificadas, não se contabilizando apenas a indicação da resposta.

T1 – Em relação a um avião que voa horizontalmente com velocidade constante, a trajectória das bombas por ele abandonadas é:

- A. uma recta inclinada;
- B. uma parábola de concavidade para baixo;
- C. uma recta vertical;
- D. uma parábola de concavidade para cima.

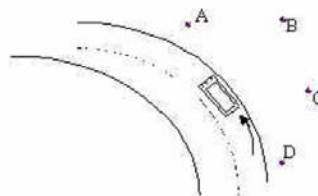
T2 – Para arrancares um prego usas um martelo. O trabalho realizado por ti é:

- A. menor, se o cabo for curto;
- B. maior, se o cabo for curto;
- C. maior, se o cabo for comprido;
- D. igual, qualquer que seja o tamanho do cabo.

T3 – Esta figura mostra um carro que na altura em que faz uma curva, perde a tampa da roda traseira direita. A figura indica essa situação, vista de cima, no momento em que a tampa da roda se desprende.

Desprezando-se a resistência do ar, pode-se afirmar que, imediatamente após a tampa da roda se soltar, ela se moverá aproximadamente em direcção ao:

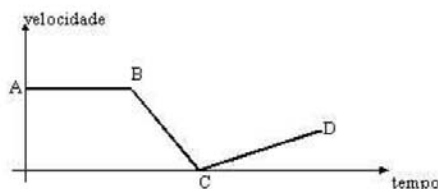
- A. Ponto A
- B. Ponto B
- C. Ponto C
- D. Ponto D



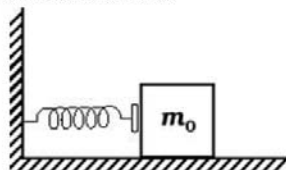
T4 – O gráfico abaixo mostra a velocidade em função do tempo de um corpo que se move num movimento rectilíneo, sob acção de uma única força que actua na mesma direcção do movimento.

Pode-se afirmar que o trabalho realizado pela força sobre o corpo em cada um dos intervalos assinalados AB, BC e CD é:

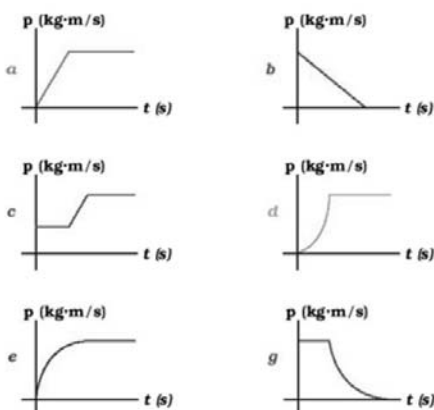
- A. nulo, positivo, negativo
- B. positivo, nulo, negativo
- C. positivo, negativo, nulo
- D. nulo, negativo, positivo



T5 – O corpo de massa m_0 encontra-se encostado a uma mola comprimida. Quando a mola é largada, o corpo m_0 irá deslocar-se para a direita sem atrito.



Qual dos gráficos seguintes, da quantidade de movimento do corpo em função do tempo, consegue explicar o que acontece?



T6 – Uma pessoa lança uma bola ao ar na vertical. A bola chega a uma dada altura e depois cai sendo apanhada pela mesma pessoa. Enquanto a bola está no ar, qual (ou quais) das afirmações é verdadeira? Justifique as que escolher.

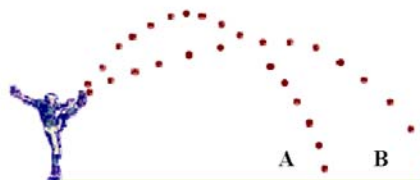
- A. Logo após a bola deixar a mão da pessoa o sentido da aceleração é para cima.
- B. A aceleração é nula quando a bola atinge a altura máxima.
- C. A aceleração é sempre igual em qualquer instante.

T7 – O coeficiente de viscosidade cinemática de um líquido η pode ser determinado experimentalmente deixando cair um corpo dentro desse líquido numa proveta. Para o efeito, mede-se o intervalo de tempo Δt que o corpo leva até atingir o fundo e aplica-se a seguinte expressão:

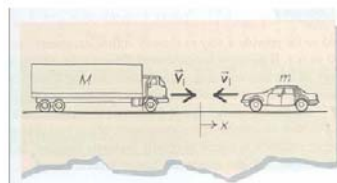
$$\eta = \frac{2}{9} \frac{\varphi_e - \varphi_g}{\left(1 + 2,4 \frac{r}{R}\right) P} r^2 g \Delta t$$

Admitindo que o corpo é esférico de raio r , e que a proveta tem profundidade P e raio R . Determine as dimensões de φ_e e φ_g , sabendo que o coeficiente de viscosidade cinemático η é uma grandeza medida em *stokes* e que g é a aceleração da gravidade.

T8 – Um jogador de futebol tem que decidir a que colega passar a bola. Dada a proximidade dos adversários, decide optar pela trajetória mais rápida. Qual das duas indicadas escolhia?



TP9 – Um camião de 14 toneladas colide frontalmente com um carro de 2 toneladas (ver figura). Comente as seguintes afirmações:



- A força que o camião exerce sobre o carro é consideravelmente superior à que o carro exerce sobre ele.
- A aceleração que cada um sofre é diferente.
- Durante uma colisão (real) deste tipo, podemos fazer a aproximação a uma colisão perfeitamente elástica.

PARTE TEÓRICO-PRÁTICA (9 valores: TP1=3 val; TP2=TP3=TP4=2 val)

Nota: Se não conseguires resolver alguma alínea e necessitas do seu valor para resolveres as seguintes, arbitra um valor, mas não te esqueças de o indicar de forma bem visível.

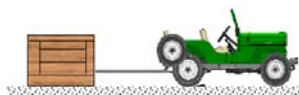
TP1 – Uma partícula é suspensa do tecto de um elevador por intermédio de uma mola e está sem movimento relativamente a este quando ele desce a velocidade constante de 1,5 m/s. O elevador pára então de repente, ficando a partícula a oscilar com a velocidade angular de 2 rad/s. Desprezando a massa da mola, determina:

- Com que amplitude oscila a partícula?
- Qual é a sua equação de movimento (escolhe o sentido positivo para cima)?

TP2 – Uma massa de 0,5 kg é deixada cair dentro de um líquido numa proveta, cuja profundidade é igual a 75 cm. O líquido, para além da força de impulsão constante I de valor 0,1 kgf (dirigida para cima), exerce uma força resistente ao movimento do corpo F_{res} de 0,5 N também constante.

Determine a velocidade com que o corpo embate no fundo da proveta, supondo que este percorre uma altura de 1 cm em queda livre antes de entrar no líquido.

TP3 – O motor do jipe da figura gera uma potência de 392 W, o que permite puxar um caixote de peso $P = 980$ N com uma velocidade constante de 2 m/s sobre um piso rugoso.



- Determine o coeficiente de atrito entre o caixote e o piso;
- Calcule a quantidade de trabalho realizado pelo motor do jipe ao fim de 14 segundos de estar a puxar o caixote.

TP4 – Um pescador está num barco, em repouso, num lago de águas tranquilo. O pescador pesa 70 kgf e o barco e demais equipamentos 180 kgf .

a) Suponha que o pescador está de pé e dá um passo para a proa (dianteira do barco). O que acontece ao barco? Justifique. (Despreze o atrito viscoso entre o barco e a água e possíveis movimentos oscilatórios)

b) Em determinado instante, com o barco em repouso em relação à água, o pescador resolve desloca-lo para frente com uma única remada. Suponha que o módulo da força média exercida pelos remos sobre a água, para trás, seja de 250 N e o intervalo de tempo em que os remos interagem com a água seja de $2,0\text{ s}$.

Admitindo desprezável o atrito entre o barco e a água, qual a velocidade do barco em relação à água ao final desses $2,0\text{ s}$?

PARTE PRÁTICA (2 valores)

P – No Laboratório de Física, aprendemos a lidar com algumas situações.

a) Durante a realização de um trabalho prático indique pelo menos um factor a ter em conta para optar por repetir a medição de uma grandeza.

b) Quando repetimos essa medição, quantas vezes será necessário repeti-la e porquê?

Justifica sempre as tuas opções!

Anexo 12: Exame da época normal 2005/2006

Engenharia Civil

Exame de Física I

1º Ano 1º Semestre

23 de Janeiro de 2006

Duração: 2 horas 30m

PARTE TEÓRICA (8 valores)

Todas as questões devem ser justificadas, não se contabilizando apenas a indicação da resposta.

T1 – Em que situação é que a bola adquire uma maior aceleração (ver figura)? Porquê?

T2 – Em determinado instante um objecto tem velocidade nula. Então a sua aceleração:

- A. Pode ser positiva ou negativa.
- B. Também é nula.
- C. Pode tomar qualquer valor.

T3 – Uma mola de uma pistola de brincar é carregada e consegue disparar um dardo na vertical até uma altura X . O mesmo dardo é disparado uma segunda vez pela mesma pistola, mas desta vez a mola só é comprimida metade da anterior. A que altura chega o dardo, desprezando a resistência do ar e admitindo que a mola é ideal:

- A. X
- B. $X/2$
- C. $X/4$

T4 – Explicar se se pode realizar metade da força para elevar um objecto utilizando uma só roldana.

T5 – Nas seguintes equações homogéneas, x corresponde a uma distância, t o tempo e v a velocidade: $x = C_1 + C_2 t$ e $v^2 = 2C_3 x$
Quais serão as dimensões das constantes C_1 , C_2 e C_3 ?

T6 – Três astronautas estão fora da nave espacial e resolvem jogar à apanhada com um deles. Todos os astronautas pesam sensivelmente o mesmo na Terra e são igualmente fortes, pressupondo que atiram sempre com a mesma velocidade.

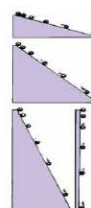
O primeiro atira o segundo em direcção ao terceiro e o jogo começa.

Descreve o movimento dos astronautas ao longo do jogo. Até quando durará o jogo?

- A. Pára ao fim de dois lançamentos.
- B. Pára ao fim de três lançamentos.
- C. Nunca mais pára.

T7 – Um indivíduo encontra-se sobre uma balança de molas, no interior de um elevador completamente fechado, quando observa que o peso indicado na balança é zero. Então, conclui que:

- A. está a descer com velocidade constante;
- B. o elevador está a subir com aceleração igual à da gravidade;
- C. o elevador está a descer com aceleração igual à da gravidade;
- D. a balança está avariada, visto que isto é impossível;



T8 – Dois pinguins estão a deslizar numa encosta gelada, nas mesmas condições. A única diferença é que um tem o dobro da massa do outro. Desprezando a resistência do ar, diz se as seguintes afirmações são verdadeiras:

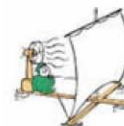


- B. Chegam ao mesmo tempo e com a mesma velocidade.
- C. Têm o mesmo impulso.
- D. Têm a mesma quantidade de movimento.

T9 – Uma pessoa que viaja numa estrada recta e horizontal, com velocidade constante, deixa cair um objecto pela janela. Desprezando a acção do ar, a trajectória desse objecto seria:

- A. um segmento de recta horizontal, relativamente a um observador parado na estrada?
- B. um segmento de recta vertical, relativamente a um observador parado na estrada?
- C. um arco de parábola, relativamente a um observador parado na estrada?
- D. um arco de parábola, relativamente à pessoa que viaja no automóvel?
- E. independente do observador.

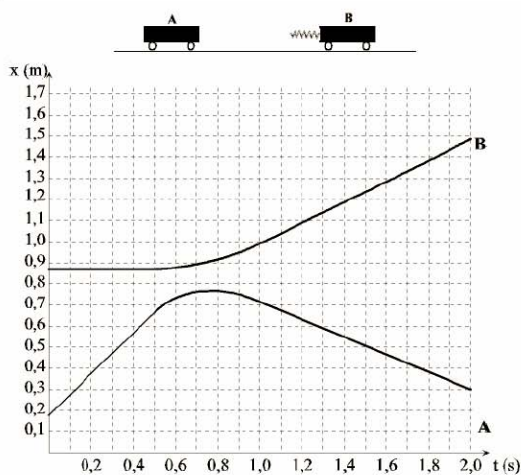
T10 – Adaptas uma ventoinha a uma jangada para conseguires deslizar no gelo...Funciona? Em que sentido vai andar a jangada e porquê?



PARTE PRÁTICA (12 valores: P=4 val; E1=2 val; E2=E3=3 val)

Nota: Se não conseguires resolver alguma alínea e necessitas do seu valor para resolves as seguintes, arbitra um valor, mas não te esqueças de o indicar de forma bem visível.

P – Numa experiência, destinada ao estudo das colisões, uma colega vossa utilizou dois carrinhos representados pelas letras **A** e **B**, cujas massas são respectivamente m_A e m_B (ver figura). O carrinho **B** possui uma mola. O choque é frontal. Através de um equipamento apropriado concebido para se proceder ao registo automático das posições dos dois carrinhos durante a experiência foi possível recolher os dados representados no gráfico.

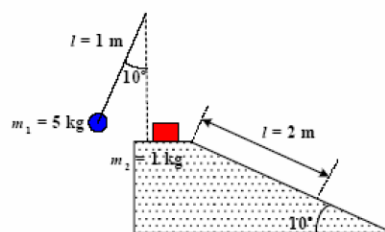


- a) Ela concluiu que os dados experimentais sugerem que o atrito é praticamente nulo. Como teria fundamentado a sua afirmação?

- b) Os dados experimentais permitem relacionar entre si as massas dos dois carrinhos. Qual a relação m_B/m_A ?
- c) Que considerações poderia fazer a Sofia para analisar aspectos relacionados com a conservação da energia durante as várias fases do movimento?

E1 – Com a ajuda de uma corda faz-se girar um corpo de 1kg numa circunferência vertical, de raio 1m e cujo centro se encontra 10,8m acima do solo. A corda rompe-se quando a tensão é de 11,2kgf, que acontece no ponto mais baixo da sua trajectória. Determinar a velocidade que o corpo tem quando a corda se rompe e quando chega a solo.

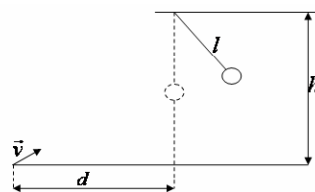
E2 – Uma massa $m_1 = 5 \text{ kg}$ está suspensa por um fio inextensível de massa desprezável e comprimento 1 m. Esta massa é largada do repouso a partir da posição indicada na figura ($\theta = 10^\circ$) e colide com a massa $m_2 = 1 \text{ kg}$, inicialmente em repouso, no instante em que o fio se encontra na vertical. O choque é elástico e a massa m_2 passa a deslocar-se para a direita. No pequeno trajecto horizontal m_2 não está sujeita a qualquer força de atrito. Contudo, quando inicia a descida do plano inclinado ($\theta = 10^\circ$) passa a sofrer a acção de uma força de atrito cinético.



- a) Calcule as velocidades de ambas as massas imediatamente a seguir à colisão.
- b) Calcule o coeficiente de atrito sabendo que m_2 se imobiliza ao fim de percorrer 2 m no plano inclinado.

E3 – Na seguinte figura, o pêndulo mede $l = 1,5 \text{ m}$ e está fixo a uma altura h do solo de 10 m. A distância d é de 15 m.

- a) Determine a velocidade inicial de um projectil (de massa igual a 0,2 kg) a ser lançado com o intuito de colidir com o corpo suspenso do pêndulo em repouso (na posição vertical), no instante em que o projectil atinge a altura máxima.
- b) Supondo a colisão perfeitamente inelástica, e sabendo que o corpo suspenso pesa 11,7 N, qual a expressão da velocidade do pêndulo adquirida, supondo que volta a passar novamente nesta posição 1,23 s depois.



Anexo 13: Funcionamento da disciplina 2005/2006

Funcionamento da disciplina de FIS1 de Eng. Civil Ano lectivo de 2005/06

Sendo o principal objectivo desta disciplina o desenvolvimento de competências que permitam aos alunos descrever qualitativamente e quantitativamente os problemas físicos com que se irão deparar durante o curso e futura carreira profissional e aplicar os seus conhecimentos de forma a lhes dar solução, optou-se por evitar as aulas puramente expositivas e sempre que possível envolver os alunos na discussão de alguns problemas. Para que os lucros sejam efectivos para cada aluno, o seu papel não deve ser passivo sendo necessário que pensem (sobre os assuntos que vão ser abordados na aula), prevejam (quando colocados perante um problema), discutam (com os colegas e com o professor acerca dessa previsão) e que analisem (e reflectam sobre os resultados).

Assim, organizou-se a disciplina da seguinte forma:

Aulas Teóricas:

São acompanhadas de um conjunto de leituras que o aluno deve fazer antes de assistir à aula respectiva.

Bonificação da nota de exame:

Após ter realizado a leitura o aluno poderá responder a uma pequena questão colocada na plataforma web "tarefa on-line", respeitante a essa aula. Esta questão terá correcção imediata, podendo (e devendo) o aluno modificar a sua resposta, se porventura não respondeu correctamente. Estas respostas, juntamente com a presença na aula teórica, darão acesso a bonificações: cada uma vale 0,05 valores a serem somados ao exame final.

Aulas Teórico-Práticas (20% da nota final):

Estas aulas vão estar divididas em duas partes:

- Apresentação e discussão de um problema (para ser trabalhado em grupo) e posterior análise dos resultados;
- Resolução de exercícios pelos alunos (em grupo ou individualmente), com a discussão final acerca dos resultados.

A avaliação nesta componente far-se-á da seguinte forma:

- Os alunos serão avaliados pela sua participação e não penalizados pelos seus eventuais enganos. Esta componente da avaliação contínua valerá 7,5%.
- Haverá também um TPC que deverá ser entregue em papel na aula seguinte. Este poderá ser entregue individualmente ou em grupo, mas todos o devem saber defender aquando da sua discussão na aula. Esta componente da avaliação contínua valerá 7,5%.
- A presença nas aulas também contará para a avaliação com um peso de 5%.

Os alunos terão acesso, periodicamente, à avaliação feita pelo professor, de uma forma qualitativa.

Aulas Práticas (30% da nota final):

Nos laboratórios haverá um conjunto de aulas iniciais onde se pretende que o aluno adquira os conhecimentos e procedimentos básicos em laboratório, sendo avaliado o seu desempenho nas aulas seguintes:

- Pequenas provas orais (10% avaliação em laboratório) acerca dos fundamentos dos trabalhos experimentais a realizarem. Esta avaliação é condicionante para a posterior elaboração de um relatório desse trabalho.

- Relatório que deve ser entregue (em grupo) na aula seguinte (10% avaliação em laboratório).
- Nas últimas aulas os alunos serão convidados a implementar, eles próprios, uma experiência (com respectivo guião e relatório) para resolver um problema concreto que será apresentado (10% da avaliação em laboratório).

A nota mínima de laboratório é de 8 valores (mesmo para os alunos que tenham dispensa de avaliação contínua).

Os alunos terão acesso, periodicamente, à avaliação feita pelo professor, de uma forma qualitativa.

AValiação FINAL:

1) Nota de Frequência:

Esta nota reflecte o resultado da avaliação contínua efectuada nas aulas TP e P, e distribui-se da seguinte forma:

$$N_{freq} = \frac{3LAB + 2TP}{5}$$

Esta nota vale 50% da nota final.

2) Exame:

Vale os restantes 50% da nota final e tem nota mínima de 8 valores (onde se contarão as bonificações acumuladas).